JANET, Charles

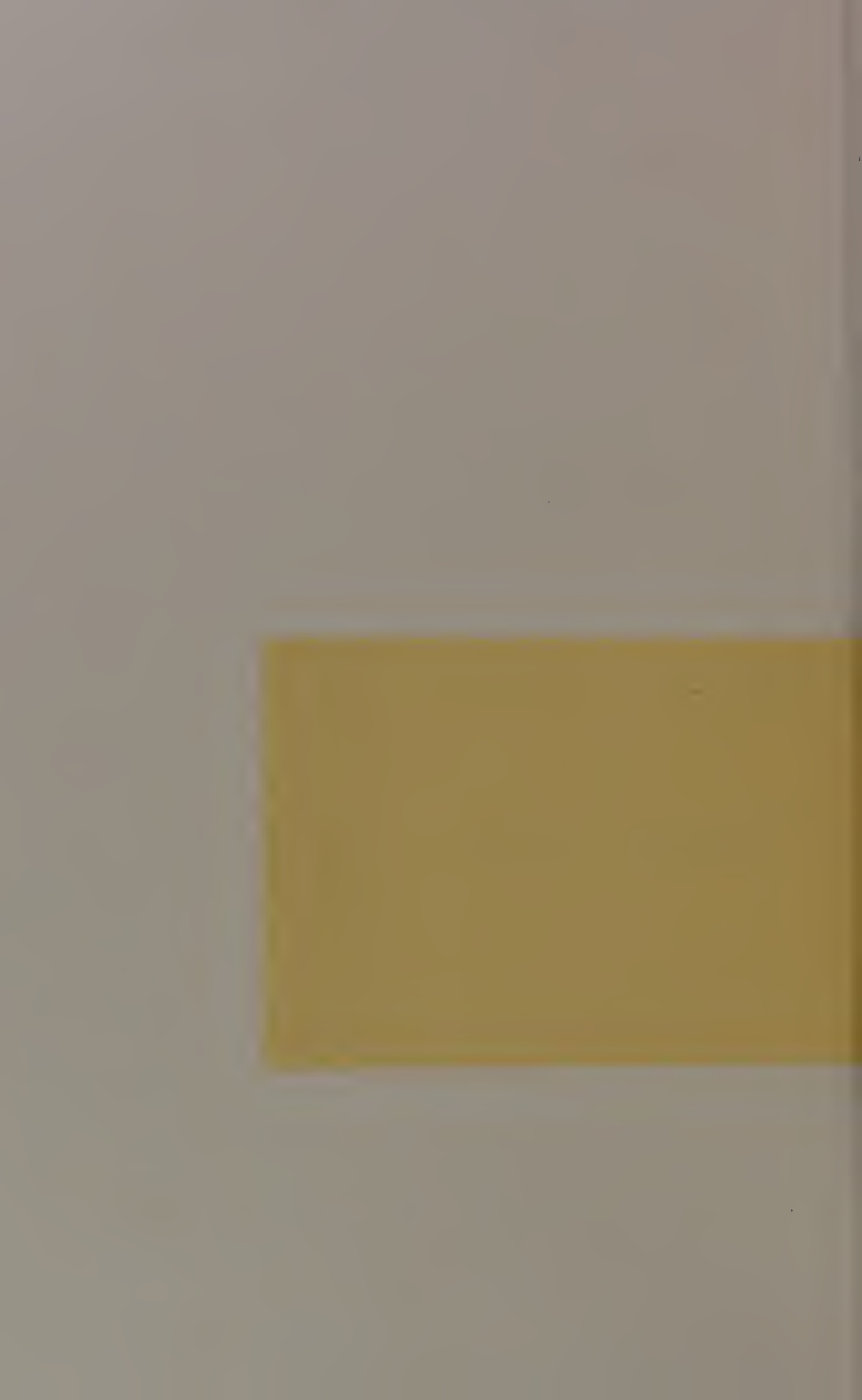
SUR LA MORPHOLOGIE DE L'INSECTE

1909

LIMOGES
DUCOURTIEUX ET GOUT
Imprimeurs

oi de l'Auteur

Charles Janet



JANET, Charles

SUR

LA MORPHOLOGIE DE L'INSECTE

LIMOGES
IMPRIMERIE-LIBRAIRIE DUCOURTIEUX ET GOUT
7, rue des Arènes, 7

1909

SUR LA MORPHOLOGIE DE L'INSECTE

La *Morphologie d'un groupe systématique* d'Etres vivants est, dans le sens qui lui est attribué ici, la description du plan fondamental qui synthétise l'organisation de toutes les formes spécifiques ancestrales et de toutes les espèces actuelles de ce groupe.

La Morphologie s'établit d'après la connaissance des homographies ou rapports (homologie, homotopie, homodermie, etc.) reliant entre eux les organes des espèces qui constituent le groupe considéré.

Elle met à contribution l'Anatomie descriptive et l'Anatomie comparée, mais ne doit pas être confondue avec ces deux branches de la Biologie.

L'*Anatomie descriptive d'une espèce* est la description pure et simple des diverses parties de l'organisme de cette espèce et des rapports de situation que ces parties présentent entre elles.

L'*Anatomie comparée d'un groupe systématique* est la comparaison des anatomies descriptives des diverses espèces constituant ce groupe.

C'est, pour un groupe donné, par son anatomie comparée, par son ontogénie ou connaissance du développement de l'individu et par sa phylogénie ou connaissance de l'enchaînement des transformations de ses ontogénèses successives, que l'on arrive à préciser les rapports qui constituent les éléments de la morphologie.

L'Embranchement des Arthropodes et, en particulier, la classe des Insectes sont des groupes dans lesquels le plan morphologique fondamental apparaît toujours nettement, parce qu'il n'y est jamais dénaturé au point de devenir méconnaissable.

Dans la classe des Insectes on retrouve, même chez les espèces qui, au cours de la phylogénèse, ont subi les transformations les plus considérables, le plan fondamental des espèces inférieures, c'est-à-dire les mieux représentatives de la forme ancestrale. Cette forme ancestrale a été décrite par Paul Mayer (1875) sous la dénomination de Protentomon.

MÉTAMÉRIE DE L'INSECTE

Le corps de l'Insecte est métamérisé, c'est-à-dire formé d'un certain nombre de portions similaires, placées les uns à la suite des autres et appelées *métamères*. C'est, là, un des faits les plus saillants de son organisation.

Définition morphologique du métamère.

Les métamères sont des portions du corps formées par deux moitiés symétriques, situées les unes à la suite des autres, construites, toutes, sur un même plan morphologique et dérivant, chacune, d'un groupe bien distinct de rudiments embryonnaires.

Chaque métamère est caractérisé et, si l'on peut s'exprimer ainsi, personnifié par la présence d'une paire de centre nerveux, paire qui innerve, et qui est seule à innerver, toutes les parties constitutives du métamère considéré.

Tout en conservant leur plan morphologique fondamental, les métamères se sont, au cours de la phylogénèse, considérablement différenciés les uns par rapport aux autres. Dans certains métamères des organes se sont développé d'une façon prépondérante (squelette chitineux, organes sensitifs, centres nerveux, organes moteurs. organes reproducteurs, etc.). Dans d'autres, au contraire, certains organes ont pu s'atrophier au point de disparaître (membres, glandes, stigmates, trachées, organes génitaux).

Mais, dans tous les cas, chaque métamère reste caractérisé et défini par sa paire de centres nerveux.

On peut réserver le nom d'anneau à l'ensemble tégumentaire d'un métamère.

Précocité et persistance ontogénétiques de la métamérie.

La métamérie apparaît aux stades les plus précoces de l'ontogénèse.

Elles est absolument définitive, même dans les cas où des transformations ultérieures semblent venir la détruire.

Elle entraîne cette conséqence que tout organe appartient, en entier et exclusivement, à un seul métamère. Cela est vrai, même dans le cas où une série d'organes est soudée en un appareil

continu (chaîne nerveuse, appareil trachéen) et, aussi, dans le cas où un organe s'accroît au point d'aller se loger au voisinage de parties dépendant de métamères plus ou moins éloignés du métamère auquel il appartient réellement (glande labiale, centres nerveux). Cela est même vrai, jusqu'à un certain point, pour les organes qui sont représentés par des cellules sporadiques, telles que les œnocytes, les adipocytes et les leucocytes, puisque ces cellules proviennent de foyers embryonnaires d'origine incontestablement métamérique.

Indépendance physiologique des métamères.

L'indépendance des métamères, les uns par rapport aux autres, au point de vue de l'innervation, se traduit, malgré la continuité établie par les connectifs, par une autonomie physiologique très prononcée. Cette indépendance se manifeste par la persistance de la vitalité, même chez les formes les plus élevées, lorsque le corps est sectionné. C'est ainsi que, chez les Fourmis, on observe une longue persistance des mouvements des membres thoraciques après l'ablation de la tête ou de l'abdomen ou même, en prenant certaines précautions, après l'ablation simultanée de ces deux parties. Chez les Fourmis décapitées la vitalité peut être conservée pendant plusieurs semaines (Fasc.17, 1898[1]).

Critériums pouvant guider dans l'étude de la métamérie.

Les critériums qui peuvent guider dans l'étude de la métamérie sont :

1° Le développement ontogénétique au début de la période embryonnaire (métamérisation de l'ébauche embryonnaire).

2° La division de la chaîne nerveuse en centres d'innervation, et la délimitation du domaine d'innervation de chacun de ces centres.

3° La situation des insertions des muscles, surtout de ceux qui, logés dans un anneau auquel ils appartiennent morphologiquement, ont pour fonction de mouvoir un anneau voisin (muscles abaisseurs, releveurs et rotateurs de la tête, logés dans le prothorax).

4° La situation de certaines membranes articulaires en rapport avec les mouvements produits par les muscles dont il vient d'être question.

5° La répétition des organes (glandes) ou portions d'appareils (appareil trachéen).

6° La situation de certaines divisions apparentes à la surface du corps.

Critérium fourni par l'innervation. — Dans mes recherches sur la métamérie de la tête (Fasc.20, 1899[6]; Fasc.21, 1899[7]; Fasc.25, 1905[4]), je me suis servi, en outre des critériums fournis par l'ontogénèse, de ceux fournis par la délimitation du domaine d'innervation de chacun des centres nerveux, par la situation des insertions musculaires et, enfin, par la répétition des organes ou des portions de systèmes.

Pour connaître à quel métamère appartient une partie donnée, il suffit de connaître quel est le centre nerveux qui innerve cette partie. Cette détermination est souvent difficile. Elle est simplifiée, cependant, par l'examen de la situation des insertions musculaires. Un muscle donné est, en effet, innervé par un seul centre nerveux, et les deux insertions de ce muscle appartiennent au même métamère. Cela est vrai, même lorsque des muscles distincts sont juxtaposés bout à bout (muscles longitudinaux larvaires) ou lorsqu'une insertion est rejetée tout à fait à la limite du métamère auquel elle appartient ou, même, lorsque, par l'expansion de l'aire tégumentaire qui la porte, une insertion est, en apparence, située sur un autre métamère que celui auquel elle appartient réellement.

Critérium fourni par la situation des membranes articulaires transverses. — Les membranes articulaires transverses, que l'on appelle ordinairement membranes intersegmentaires, peuvent guider pour la détermination des limites séparatives des métamères.

Il ne faut pas perdre de vue, toutefois, que, ainsi que je l'ai montré dans mes travaux précédents, ces membranes articulaires transverses ne sont jamais réellement interannulaires, mais qu'elles appartiennent, toujours, tout entières, sans aucune exception, ainsi que cela résulte du déterminisme physiologique de leur formation, à un seul et même anneau. Elles peuvent, par exemple chez la forme reine de la Myrmica, être situées contre la bordure antérieure (prothorax) ou contre la bordure postérieure de l'anneau (anneaux abdominaux).

En réalité, on peut dire que les anneaux de l'Insecte sont soudés entre eux d'une façon rigide, et que c'est dans la continuité même de l'anneau que se trouve la membrane articulaire (Fasc.26, 1907[4], fig.p.59). Elle est placée soit près du bord antérieur, soit près du bord postérieur de l'anneau, suivant la situation de ce dernier par rapport à la région d'immobilité relative.

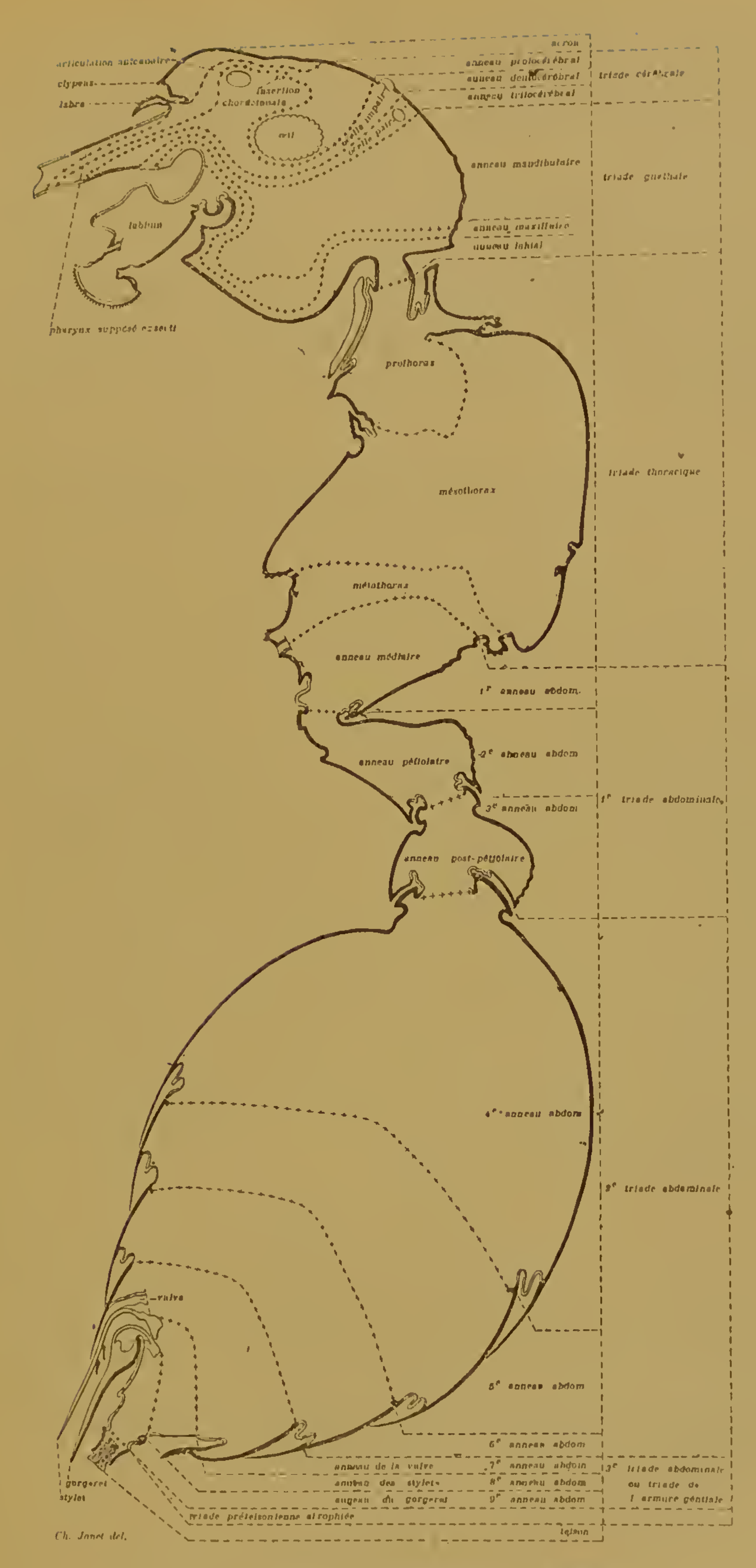


Fig. 1. — Schéma de la métamerie de la Myrmica.

Critérium fourni par les lignes de division transverses de la surface du corps. — Des lignes de division transverses peuvent exister, à la surface du corps, à la limite de deux anneaux consécutifs; mais elles peuvent aussi faire complètement défaut, comme cela a lieu, souvent, pour les anneaux constitutifs de la capsule céphalique.

En tout cas, ces lignes de division ne doivent être utilisées qu'avec circonspection. C'est ainsi que le sillon transverse, correspondant à la charnière de vibration du mésotergite des Hyménoptères, n'a rien à voir avec une limite interannulaire, puisque les deux sclérites, le scutum et le scutellum, qu'il sépare si nettement, appartiennent certainement, tous deux, à l'anneau mésothoracique.

GROUPEMENT DES MÉTAMÈRES PAR TRIADES

J'ai déjà (Fasc.21, 1899[7], p.53) appelé l'attention sur le groupement, par triades, que présentent les métamères chez les Insectes. Je mets, de nouveau, ce groupement en évidence dans la figure 1 (p. 7) et dans les tableaux synoptiques que l'on trouvera plus loin (p. 14 et p. 17).

Si l'on admet que les Arthropodes dérivent d'un ancêtre à structure annélidienne, et que cet ancêtre dérive, lui-même, d'une colonie linéaire d'individus simples, on peut considérer comme probable qu'il y a eu un stade intermédiaire d'individualisation de groupes de trois individus. La trace de ces individus trimétamérisés se voit, surtout, dans les régions extrêmes du corps, où les différences ont été accentuées par de hautes spécialisations, tandis qu'elle est peu apparente, ou même méconnaissable, dans les régions où les métamères sont restés tout à fait homonomes.

L'ancêtre annélidien était probablement formé d'un assez grand nombre de telles triades. Elles se retrouvent, en nombre variable, chez les Arthropodes actuels. Elles sont très nombreuses chez certains Myriapodes. Elles sont au nombre de 12 chez la Scolopendre et au nombre de 9 chez l'Insecte.

Acron et Telson

La constitution métamérique du corps de l'Insecte, telle que je la conçois, est résumée dans le tableau synoptique ci-après (p. 14):

J'ai proposé (Fasc.20, 1899[6]; Fasc.21, 1899[7]) la dénomination d'Acron pour désigner la portion antérieure du corps, sur laquelle se trouve l'orifice buccal, et l'opposer à la portion postérieure, ou telson, sur laquelle se trouve l'orifice anal.

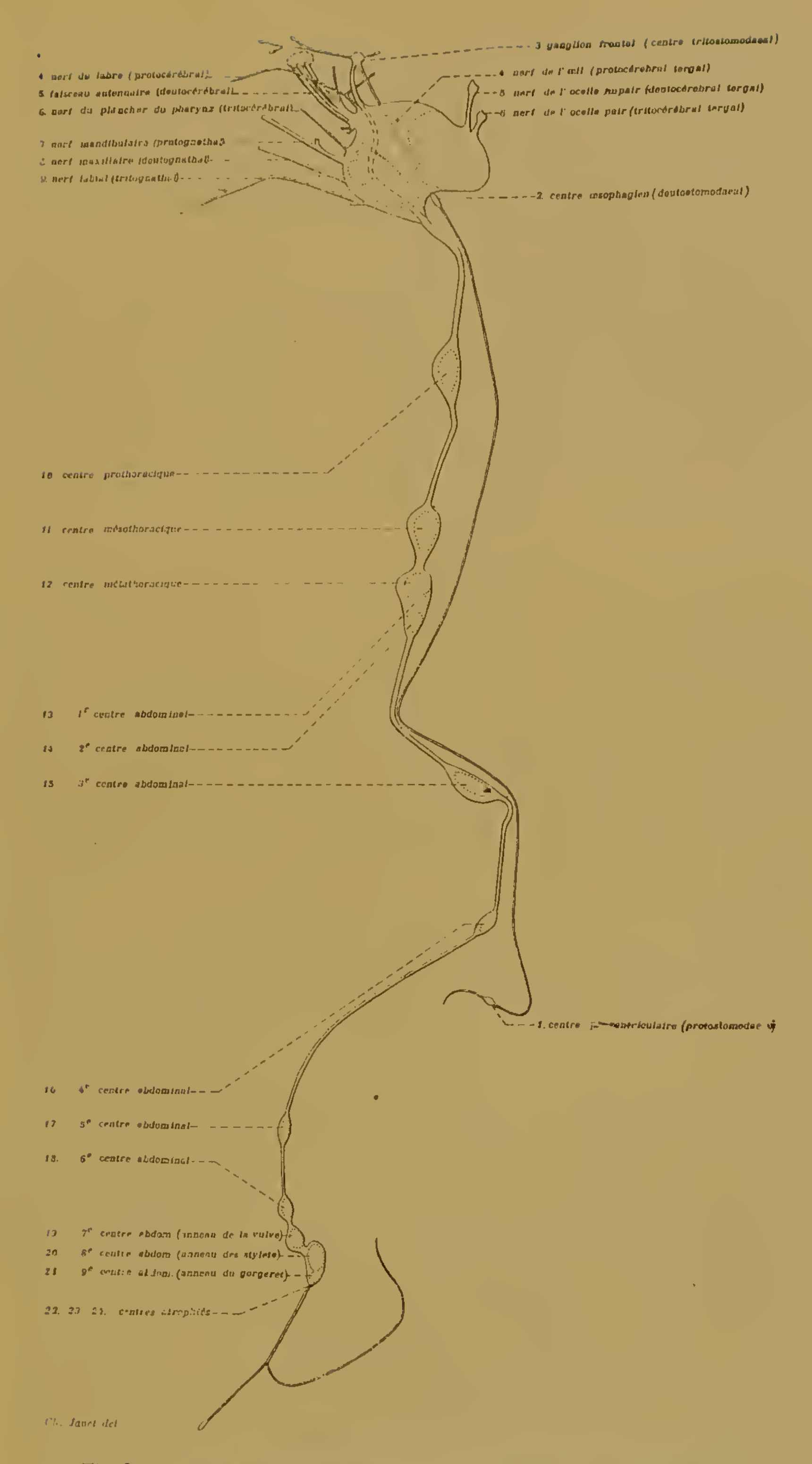


Fig. 2. — Schema morphologique du système nerveux de la Myrmica.

Actuellement, je restreins et précise, comme suit, la définition de l'acron et celle du telson de l'Arthropode :

L'*acron* est le domaine d'innervation du centre nerveux connu sous le nom de ganglion frontal (fig.2, p.9). Il constitue le métamère antérieur, terminal de la portion externe du corps. Il porte la bouche et se réfléchit intérieurement pour former le suprapharynx ou voûte du pharynx.

Le *telson* est le domaine d'innervation d'un centre nerveux fusionné avec la masse nerveuse terminale de la chaîne principale (centre telsonien ou anal). Il constitue le métamère postérieur, terminal de la partie externe du corps. Il fait suite à la zone de prolifération formatrice des métamères. Il porte l'anus et se réfléchit, sur une courte longueur, dans le mamelon anal pour former la portion initiale (sphinctérique) du proctentéron.

Stomentéron et Proctentéron

Le tube digestif de l'Arthropode (fig.3, p.11) est morphologiquement formé de 3 parties : le stomentéron, le mésentéron, le proctentéron.

Le stomentéron et le proctentéron comprennent, comme toutes les parties externes du corps :

1° Une cuticule chitineuse morphologiquement externe ;

2° Un épiderme producteur de cette cuticule (épithélium chitinogène ;

3° Une membrane basale mésodermique ou, tout au moins, accompagnée d'éléments mésodermiques ;

4° Une musculature logée entre deux fines membranes ;

5° Une chaîne nerveuse, à la fois végétative, sensitive et motrice.

Le *stomentéron* et le *proctentéron* sont, ainsi, des prolongements épi-méso-neuro-dermiques, invaginés, du corps.

Ils doivent donc, pour leur description morphologique, être supposés dévaginés, de manière à présenter, vers l'extérieur, comme cela a lieu pour les autres parties du corps, la cuticule chitineuse qui recouvre leur épiderme, et, vers l'intérieur, leur musculature et leur chaîne nerveuse.

La dévagination étant supposée effectuée, le corps se trouve précédé du stomentéron et suivi du proctentéron, et la chaîne des centres nerveux principaux se trouve précédée des centres nerveux stomentériques et suivie de la chaîne des centres nerveux proctentériques.

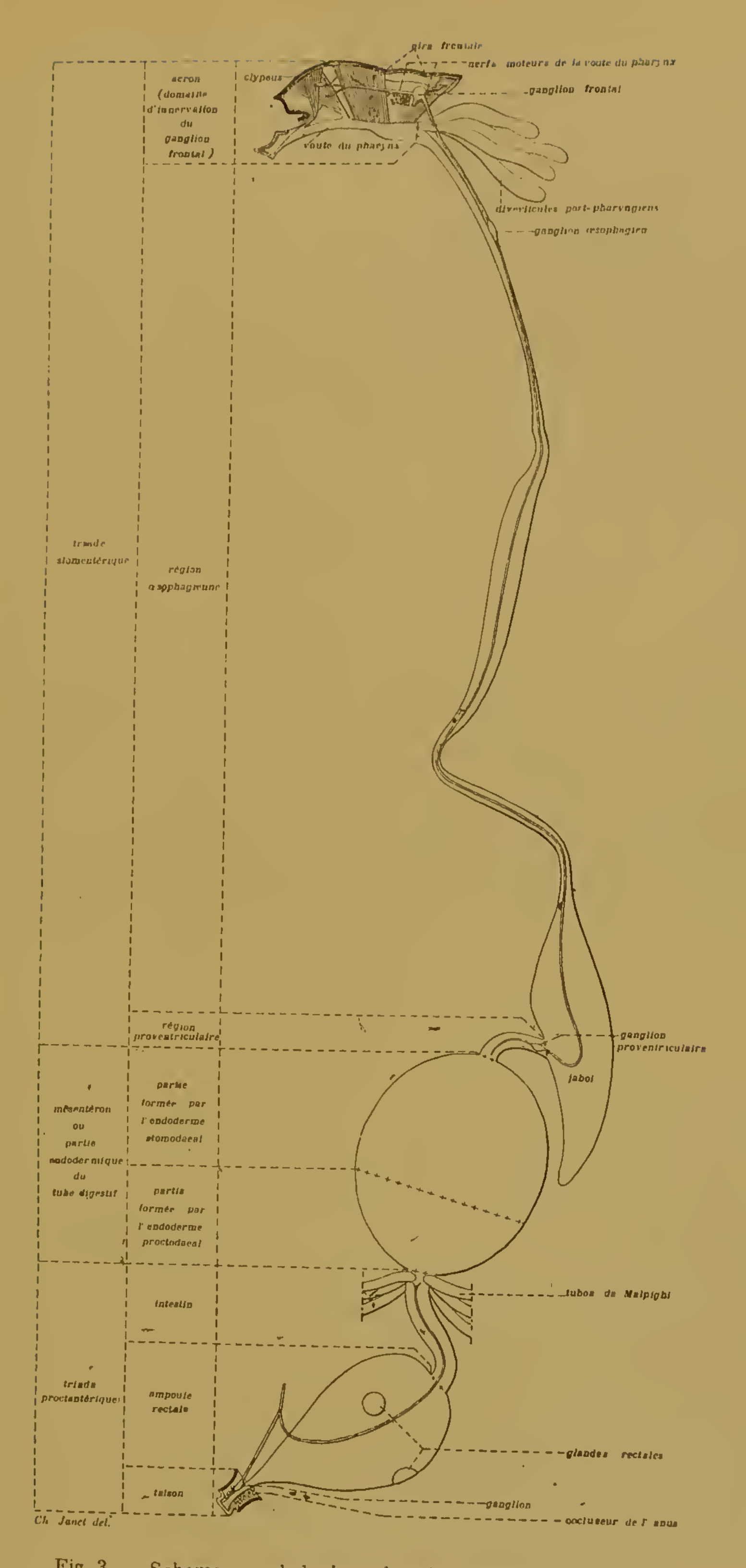


Fig. 3. — Schema morphologique du tube digestif de la Myrmica.

Dans ces conditions, nous trouvons que le stomentéron comprend :

1° Une portion contiguë au mésentéron, terminale, formée de l'ensemble du proventricule et du gésier, et innervée par le centre protostomentérique ;

2° Une portion œsophagienne, qui est innervée par le centre œsophagien ou deutostomentérique ;

3° Une portion suprapharyngienne, qui appartient à l'acron, et qui est innervée par le ganglion frontal au centre tritostomentérique.

Le proctentéron a une constitution tout à fait analogue à celle du stomentéron. Il comprend :

1° Une portion invaginée qui appartient au telson ;

2° Le rectum ;

3° L'intestin grêle avec les tubes de Malpighi.

Pharynx

Le pharynx est une région anatomique dont la constitution morphologique est très complexe.

Sa voûte et les parties accessoires de cette voûte, ensemble que j'appellerai le *suprapharynx*, appartient à l'acron.

Son plancher, que j'appellerai l'*infrapharynx*, est formé par les portions sternales médianes de l'acron et des anneaux cérébraux. De ces anneaux, c'est, de beaucoup, l'anneau tritocérébral qui prend la part la plus grande à la formation de l'infrapharynx.

Métamères proprement dits

Non compris l'acron, que je place à part parce qu'il n'est pas innervé par la chaîne nerveuse principale mais bien par le ganglion frontal, la tête est formée de 6 métamères.

Le thorax est formé de 3 métamères.

De même que dans la tête et le thorax, il y a, probablement, dans l'abdomen de l'Insecte un nombre morphologique déterminé de métamères ; mais ce nombre fondamental est assez difficile à préciser, parce que les derniers anneaux ont une tendance à s'atrophier et à devenir indistincts.

Chez les Insectes supérieurs, à l'état d'Imago ou à l'état de larve, on ne distingue souvent que 9 anneaux abdominaux prételsoniens. Mais ce nombre est certainement inférieur au nombre morphologique vrai, car plusieurs auteurs ont montré que, chez beaucoup d'Insectes inférieurs, l'embryon possède 11 métamères abdominaux

prételsoniens bien reconnaissables. Cela résulte, en particulier, des recherches d'Heymons sur les Libellulidae et les Ephemeridae (1896[a]) et sur le Lepisma saccharina (1897).

Sur un embryon de Chalicodoma muraria, figuré par Carrière et Burger (1897, pl.13, fig.10) où le rudiment antérieur (*v.ent.k*) paraît représenter l'ébauche de l'endoderme stomentérique et le rudiment postérieur (*h.ent.k.*), l'ébauche de l'endoderme proctentérique, il y a 11 rudiments de métamères abdominaux.

Chez la Forficula, Verhoëff compte 13 anneaux abdominaux en y comprenant le telson, mais ce nombre a été contesté par Handlirsch (1903, p.722).

C'est donc, en tous cas, certainement au moins à 11 qu'il faut porter le nombre morphologique des anneaux abdominaux prételsoniens.

Si, d'autre part, l'on considère à quel point les 10e et 11e anneaux abdominaux sont susceptibles de se réduire et de devenir méconnaissables, on ne peut pas admettre, comme absolument certain, qu'il n'y ait pas eu, chez les premiers Insectes, un 12e anneau abdominal prételsonien qui serait complètement atrophié dans tous les ordres actuels.

C'est pour ce motif que j'attribue au Protentomon, et que je fais figurer sur le tableau ci-après, pour y compléter une triade prételsonienne théorique, ce 12e métamère ancestral hypothétique.

Le nombre morphologique total des métamères proprement dits du corps de l'Insecte serait ainsi de 21, non compris les deux triades stomentérique et proctentérique.

Dénomination des organes

Les dénominations employées pour désigner les organes, chez les Arthropodes en général et chez les Insectes en particulier, donnent lieu à quelques remarques.

Ces dénominations sont ou morphologiques, ou physiologiques, ou anatomiques.

Prenons pour exemple de telles dénominations, celles que l'on emploie pour la glande au moyen de laquelle les larves de certains Lépidoptères et de certains Hyménoptères tissent un cocon.

Les dénominations *morphologiques* sont, incontestablement, les meilleures à cause de leur invariabilité dans toute la Classe, de leur précision et de leur utilité dans les comparaisons homographiques. Dans cet ordre d'idées, la glande en question peut être appelée glande labiale sternale, parce qu'elle est une invagination du

Enumération des Centres de la chaîne nerveus

Groupement

DIVISIONS DU CORPS		CENTRES DE LA CHAINE NERVEUSE	PAI PAR CHACUN
Stomentéron..	1	Centre protostomentérique	1re partie du stomen
	2	Centre deutostomentérique ou œsophagien	2e — —
	3	Centre tritostomentérique ou ganglion frontal	Acron y compris 3e partie du stoment
Tête.........	4	Protocérébron	1er métamère proprem
	5	Deutocérébron	2e — —
	6	Tritocérébron	3e — —
	7	Centre protognathal	4e — —
	8	— deutognathal	5e — —
	9	— tritognathal	6e — —
Thorax.......	10	— prothoracique	7e — —
	11	— mésothoracique	8e — —
	12	— métathoracique	9e — —
Abdomen.....	13	1er Centre abdominal	10e — —
	14	2e — —	11e — —
	15	3e — —	12e — —
	16	4e — —	13e — —
	17	5e — —	14e — —
	18	6e — —	15e — —
	19	7e ... —	16e — —
	20	8e — —	17e — —
	21	9e — —	18e — —
	22	10e — —	19e — —
	23	11e — —	20e — —
	24	12e Centre abdominal, hypothétique	21e — —
Proctentéron..	25	Centre protoproctentérique ou telsonien	Telson y compris la 1re partie du proctent
	26	Centre deutoproctentérique	2e partie du proctenté
	27	Centre tritoproctentérique	3e —

…tamères innervés par chacun de ces Centres
…ères par Triades

…ES …E LA CHAINE NERVEUSE	STIGMATES TRACHÉENS	TRIADES DE MÉTAMÈRES	GROUPES TERNAIRES de triades
…entricule et gésier		1 Triade acronienne ou stomentérique	Groupe stomentéro-céphalique
…bol et œsophage			
…pharynx et clypéus			
…bral		3 Triade cérébrale	
…ntennaire			
…ost-antennaire			
…andibulaire		4 Triade gnathale	
…axillaire			
…bial			
…othoracique	(stigm. prothor. des Diptères)	5 Triade thoracique	
…ésothoracique	stigmate mésothoracique		
…étathoracique	— métathoracique		
…édiaire	1er stigmate abdominal	6 1re triade abdominale, contractée chez les Myrmicinae	
…tiolaire des Formicidae	2e — —		
…étiolaire des Myrmicinae	3e — —		
… gaster des Myrmicinae	4e — —	7 2e triade abdominale, dilatée chez les Myrmicinae	
… gaster —	5e — —		
… gaster —	6e — —		
… l'orif. génit. de la femelle	7e — —	8 Triade génitale de la femelle	Groupe génito-proctentérique
…s gonapophyses antér.	8e — —		
— postér.	(9e stigm. abdo. du Lepisma)		
… l'orifice génital du mâle		9 Triade génitale du mâle	
…al			
…tercal, hypothétique			
…uncelon anal …ncter transverse		2 Triade telsonienne ou proctentérique	
Rectum			
Intestin			

sternite de l'anneau labial, qu'elle est en relation avec le labium et qu'elle est innervée par le sympathique satellite du centre nerveux du métamère labial. On peut, d'ailleurs, l'appeler simplement *glande labiale*, car elle est la seule glande de l'anneau auquel elle appartient.

Les dénominations *physiologiques*, bien qu'elles soient très généralement employées, sont moins recommandables à cause de la variabilité des fonctions d'un même organe, chez des espèces voisines ou aux divers stades de l'ontogénèse d'un même individu. C'est ainsi que la glande labiale est appelée, chez les larves fileuses, glande de la soie ou *glande séricigène*, tandis que chez les imagos issus de ces larves fileuses, pour suivre son changement de fonction, on l'appelle *glande salivaire*. Cette dernière dénomination est d'ailleurs imprécise si on ne la fait pas suivre de l'indication du métamère auquel la glande appartient, car les glandes homostiques maxillaire et mandibulaire (Fasc.17, 1898', p.7, fig.3) méritent, tout aussi bien qu'elle, d'être appelées glandes salivaires. En fait, cette dénomination de glande salivaire est fausse chez un bon nombre d'Insectes, tels que les Fourmis, si l'on entend par produit salivaire un produit en rapport avec la préparation et la digestion des aliments. Chez les Fourmis, en effet, le liquide qui se mêle réellement aux aliments est celui qui est fourni par les vastes poches pharyngiennes, tandis que le liquide fourni par la glande labiale est utilisé à l'extérieur. Il sert, par exemple, pour la cimentation des matériaux mis en œuvre ou pour l'agglutination en boulettes, dans la poche gnathale, des détritus de nettoyage, des déchets de la nourriture, et des spores des champignons cultivés par certaines espèces.

Quant aux dénominations purement *anatomiques*, elles peuvent être des plus défectueuses. C'est évidemment le cas de la dénomination de *glande thoracique* qui est parfois attribuée à la glande en question, pour ce motif, de bien peu de valeur, que ses acini se trouvent logés dans l'intérieur du thorax. Avec cette méthode de dénomination, la glande labiale devrait même, chez certaines larves de Fourmis, chez lesquelles elle s'étend et se loge surtout au niveau des anneaux abdominaux, être appelée glande abdominale.

L'une des divisions morphologiques fondamentales de l'anneau de l'Arthropode étant sa division en un arceau sternal et un arceau tergal, ce sont les mots *sternal* et *tergal*, de valeur morphologique, qui doivent être employés, de préférence aux mots ventral et dorsal, lorsqu'on veut préciser l'arceau dont dépend un organe considéré.

Les mots *ventral* et *dorsal* doivent être employés de préférence pour indiquer des rapports purement anatomiques. On dira, par

exemple, que, dans certains cas, l'arceau tergal prend un développement si considérable qu'il forme une grande partie de la face ventrale.

Tableau synoptique de la métamérie de l'Insecte

La métamérie de l'ancêtre annélidien de l'Arthropode s'est si nettement conservée au cours de la phylogénèse de l'Insecte, que, pour en donner un tableau et une description d'ensemble, on peut prendre, presque indifféremment, comme type, un groupe très inférieur ou un groupe très élevé de la classe.

Nous choisirons la famille des Myrmicinae, dans laquelle une haute spécialisation fait apparaître, d'une façon particulièrement nette, le groupement des métamères par triades; mais nous aurons cependant recours aux Insectes inférieurs pour la dernière triade prételsonienne, parce qu'elle est mieux représentée chez eux que chez les Insectes supérieurs. (Tableau p. 14 et 15).

Le tableau suivant permet de comparer un Myriapode avec l'Insecte relativement à la succession des triades.

Succession des triades chez la Scolopendre, chez l'Insecte et chez le Myrmicide

SCOLOPENDRE	INSECTE	
	INSECTE EN GÉNÉRAL	MYRMICIDE
1. Triade acronienne.. .	1. Triade acronienne. ...	1. Triade acronienne.
3. — cérébrale	3. — cérébrale.......	3. — cérébrale.
4. — gnathale......	4. — gnathale..... ..	4. — gnathale.
5. — du maxillipède	5. — thoracique... .	5. — thoracique.
6.	6. } 2 triades abdominales	6. — abdominale contractée.
7.	7. } antérieures.	7. — abdominale dilatée.
8. } 6 triades	8. Triade génitale femelle	8. — génitale femelle.
9. } à métamères homonomes	9. — génitale mâle...	9. — génitale mâle.
10.		
11.		
12. Triade génitale.......		
2. — telsonienne....	2. — telsonienne.....	2. — telsonienne.

Examen de la série des triades chez les Myrmicinae

1re triade, triade stomentérique

Région proventiculaire, protostomentéron

Le protostomentéron comprend le proventricule et le gésier.

Le proventricule est, quelquefois, par exemple chez les larves des Muscides, accompagné de tubes qui occupent ainsi une situation longitudinalement symétrique de celle des tubes de Malpighi.

Le proventricule fournit, en général, un repli cardiaque qui pénètre dans le lumen du mésentéron et y joue un rôle physiologique important (Fasc.22, 1902[2], fig.p.23 et pl.1).

Le gésier ne remplit pas la fonction correspondant à sa dénomination, mais bien celle d'un appareil de fermeture (histème). Son épiderme (épithélium), ordinairement épais, est producteur d'importants sclérites chitineux qui forment un appareil obturateur parfois assez compliqué (Hyménoptères).

La région protostomentérique est innervée par le premier centre nerveux de la chaîne stomentérique (centre protostomentérique).

Région œsophagienne, deutostomentéron

La région œsophagienne comprend l'œsophage et ses dépendances.

Elle s'étend du gésier au pharynx. En outre de sa portion tubuleuse, relativement étroite, qui forme l'œsophage proprement dit, elle présente souvent des parties dilatées en poches plus ou moins vastes (jabot des Lépidoptères, jabot des Hyménoptères). Elle est formée d'un épiderme très mince, tapissé d'une fine cuticule chitineuse et souvent accompagné de prolongements piliformes.

Cette région est innervée par le ganglion œsophagien (centre deutostomentérique).

Acron, région tritostomentérique

Il résulte de la définition donnée plus haut, que je considère le ganglion frontal comme le centre nerveux de l'acron (centre acronien ou tritostomentérique). Le ganglion frontal est nettement pair (Fasc.20, 1899[6], pl.4; Fasc.25, pl.4). Ce n'est pas un simple ganglion à cellules nerveuses d'une seule catégorie (ou motrice, ou sensitive, ou végétative), comme le sont les cellules des ganglions de relai intercalés entre un organe et le centre nerveux du métamère auquel il appartient (ganglions moteurs, Fasc.22, 1902[2], fig.p.36; ganglions sensitifs, Fasc.26, 1907[4], fig.p.47; ganglions végétatifs,

Fasc.20, 1899[a], pl.3, fig.1, *g.symp.labi)*. Ce sont de véritables centres nerveux complets, précédés et suivis de connectifs et ayant, sous un moindre volume, la même constitution que les centres nerveux de la chaîne principale. Ils comprennent une région fibrillaire et une écorce de cellules nerveuses. D'après leur rôle, ils doivent être formés de cellules nerveuses végétatives pour l'épiderme de l'acron, d'un petit nombre de cellules nerveuses sensitives pour les quelques poils sensitifs de ce métamère et, enfin, et surtout, d'une forte proportion de cellules motrices pour la puissante musculature du suprapharynx (Fasc 21, 1899[1], pl.5, fig.1, pl.3, fig.1).

L'acron, c'est-à-dire l'ensemble des parties innervées par le ganglion frontal, comprend le suprapharynx, le clypéus et une petite région frontale.

La musculature de l'acron comprend l'ensemble, très complexe, innervé par le ganglion frontal, des muscles moteurs du suprapharynx.

2e triade, triade proctentérique

Telson, région protoproctentérique

Aux points de vue phylogénique, ontogénique et morphologique, la 2e triade est la triade proctentérique.

Si les derniers anneaux abdominaux prételsoniens sont susceptibles de s'atrophier au point de disparaître, le telson est, par contre, toujours conservé, comme le laisse prévoir le rôle important qu'il remplit.

Chez l'embryon de l'Insecte, le telson est relativement grand, mais il se réduit considérablement au cours de l'ontogénèse. Chez l'adulte, il forme un mamelon anal qui comprend une partie externe et une partie sphinctérienne proctentérique invaginée.

Chez les Insectes inférieurs, il y a, autour de l'anus, 3 parties saillantes, les *laminae anales*. L'une, dorsale et impaire, est appelée *lamina supraanalis;* les deux autres, latéro-ventrales, sont appelées *laminae subanales*.

Ces laminae ont été étudiées et décrites par Heymons (1895, 1896 [a]) qui a montré qu'elles appartiennent à une partie qui fait suite au 11e anneau. Par comparaison homologique avec le Crustacé, il a donné à leur ensemble le nom de *telson*.

Le centre nerveux du telson, où premier centre de la chaîne nerveuse proctentérique (centre protoproctentérique), paraît être soudé, chez les Hyménoptères, avec le groupe des derniers centres de la chaîne principale.

J'attribue au telson :

La portion du tégument qui constitue le mamelon anal.
L'orifice anal.
Le muscle transverse occluseur de l'anus.
La portion initiale du proctentéron voisine de ce muscle.

Rectum, deutoproctentéron

Bien que je sois parvenu à suivre sur une partie de leur parcours les connectifs proctentériques, je ne suis pas encore en mesure de préciser la situation du centre nerveux de l'ampoule rectale ni de celui de l'intestin grêle. Je donnerai prochainement le résultat des recherches que je poursuis en ce moment sur cette question.

L'ampoule rectale qui, morphologiquement, fait suite au telson, a une structure histologique qui rappelle celle de la région œsophagienne. Elle est accompagnée, chez tous les Insectes, de glandes rectales importantes.

Intestin, tritoproctentéron

L'intestin grêle, dont la soudure avec le mésentéron ou estomac est toujours bien nette (Fasc.22, 1902[a], fig.p.23 et pl.1), forme l'extrémité morphologique de l'ensemble tégumentaire et épithélial dérivé de l'ectoderme de l'embryon. Les tubes de Malpighi sont, morphologiquement, des invaginations glandulaires de sa paroi et sont toujours situés à son extrémité terminale, c'est-à-dire au voisinage immédiat du mésentéron.

D'après ce que l'on voit chez les Insectes inférieurs actuels, on peut supposer que les tubes de Malpighi étaient nombreux chez le Proptérygote (polynéphrie). Ils sont devenus relativement moins nombreux (oligonéphrie) chez beaucoup d'Insectes actuels (Névroptères, Lépidoptères, Coléoptères, Diptères).

Plusieurs auteurs ont supposé que les tubes de Malpighi peuvent être considérés comme homologues des trachées. Cela ne me paraît pas être admissible.

3e triade, triade cérébrale

Métamère protocérébral

Le métamère protocérébral porte les yeux composés. Ces organes visuels appartiennent à l'arceau dorsal de l'anneau.

J'attribue le labre au métamère protocérébral.

Bien qu'il apparaisse le plus souvent, chez l'embryon, sous forme d'un rudiment impair, cet organe résulte certainement de la réunion de deux parties paires, ayant chacune son nerf propre (Fasc.20, 1899[c], pl.4, *N.labr.*).

Si le labre pouvait être considéré comme appartenant à l'acron, il en résulterait une notable simplification de mon schéma de la constitution morphologique de la tête de l'Insecte. Mais le labre paraît être tout à fait indépendant du ganglion frontal et être innervé uniquement, aussi bien au point de vue sensitif qu'au point de vue moteur, par le nerf que Viallanes a, d'une façon très exacte, appelé nerf du labre. Or, il m'est impossible d'attribuer le nerf du labre au tritocérébron ou au deutocérébron, parce que l'ontogénèse prouve que le labre est une formation située en avant de l'anneau antennaire. Le labre ne peut donc appartenir, de ce fait, qu'à l'anneau protocérébral ou à l'acron. Comme, d'autre part, je ne puis pas attribuer le labre à l'acron, puisqu'il n'est pas innervé par le centre nerveux acronien, il ne me reste, malgré la complication qui en résulte pour mon schéma (Fasc.21, 1899[7]), pas d'autre possibilité que de le considérer comme appartenant à l'anneau protocérébral.

Dans la figure 2 de la planche 4 de mon travail sur les nerfs céphaliques de la Myrmica (Fasc.20, 1899[6]), le contour d'insertion du labre (*labr.*) doit être prolongé un peu plus sur les côtés de manière à atteindre les deux terminaisons sensitives latérales. Ces terminaisons appartiennent, en effet, au labre et non au clypéus, comme la figure, telle que je l'ai dessinée, pourrait le faire supposer.

L'anneau protocérébral ne prend pas part à la formation du tentorium.

La musculature de l'anneau protocérébral se réduit, en tout et pour tout, au muscle adducteur du labre. Il n'y a pas d'abducteur.

Métamère deutocérébral

Dans mes travaux précédents sur la constitution morphologique de la tête de l'Insecte, j'ai attribué à l'anneau protocérébral non seulement les yeux composés, mais aussi les ocelles.

Les racines des nerfs ocellaires (Fasc.25, 1905[1], pl.3 et 4) descendant très bas dans le cerveau, il est probable que les ocelles des Insectes appartiennent en réalité aux anneaux deuto et tritocérébral.

Quelques préparations m'amènent à supposer que l'ocelle pair appartiendrait peut-être au métamère deutocérébral et l'ocelle impair au métamère tritocérébral. Mais comme je n'ai pas pu rendre cette attribution certaine, je m'en tiens, pour l'instant, à la combinaison qui donne le schéma le plus simple et j'attribue, provisoirement, l'ocelle antérieur impair au deutocérébron et l'ocelle postérieur pair au tritocérébron.

Si cette attribution est exacte, l'ocelle impair appartiendrait à l'arceau tergal de l'anneau deutocérébral.

L'arceau sternal de cet anneau porte les antennes, appendices qui ont, certainement, la valeur de membres primitifs.

La portion du tentorium voisine de l'orifice tentorial antérieur, portion sur laquelle s'insèrent les muscles moteurs du scape de l'antenne, appartient au métamère antennaire.

La musculature du métamère deutocérébral se réduit à la musculature motrice de l'antenne (muscles moteurs du scape, muscles du funicule).

Métamère tritocérébral

Ce métamère est bien reconnaissable chez les embryons. L'énumération des parties que je lui attribue montre qu'il n'est pas aussi réduit, chez les adultes, qu'on le suppose généralement.

J'attribue au métamère tritocérébral, avec quelques réserves relativement à l'ocelle, les parties suivantes :

Le tritocérébron ;

L'ocelle impair ;

Une bande tégumentaire étroite sur la capsule céphalique ;

Les muscles moteurs de l'infrapharynx, c'est-à-dire son grand dilatateur impair et sa paire rétractrice ;

La portion du tentorium sur laquelle se trouvent les insertions de ces muscles ;

La région du plancher du pharynx (infrapharynx) qui reçoit les insertions mobiles de ces muscles.

4e triade, triade gnathale

Métamère protognathal ou mandibulaire

Le métamère protognathal ou mandibulaire est remarquable par l'énorme développement de son anneau tégumentaire.

Ce développement est en rapport avec la grandeur des insertions fixes des muscles moteurs de son membre, la mandibule.

Comme les deux anneaux suivants, il prend part à la formation de l'apodème sagittal gnathal ; mais il ne prend pas part à la formation du tentorium, parce que, au lieu d'invaginer, comme eux, la surface tégumentaire de l'insertion fixe de l'adducteur de son membre, il laisse cette surface à l'extérieur où elle forme une partie importante de la capsule céphalique.

A la base de la mandibule, débouche la glande de l'anneau (Fasc. 25, 1905[1], pl. 5).

Métamère deutognathal ou maxillaire

Le métamère deutognathal ou maxillaire est, comparativement au précédent, assez réduit. L'abducteur de la maxille s'insère sur l'apodème sagittal gnathal et son adducteur sur le tentorium.

Ce métamère prend donc part à la formation de ces deux parties endosquelettiques. Sa région sternale médiane forme, avec la région sternale médiane du métamère suivant, la poche gnathale des Fourmis et des Guêpes.

La glande de l'anneau débouche sur les côtés de la région prépharyngienne (Fasc.25, 1905[4], pl.5, *gla. maxi.*).

Métamère tritognathal ou labial

L'anneau tégumentaire du métamère tritognathal ou labial porte le col rétréci de l'articulation de la tête avec le prothorax.

Sa paire de membres s'est, au cours de la phylogénèse, probablement assez précocement, soudée en un organe impair, le labium. Cela doit être attribué au relèvement de la portion moyenne de l'arceau sternal vers la bouche et à l'enserrement latéral de cette portion moyenne par les anneaux maxillaire et mandibulaire (Fasc.21, 1899[7], pl.5, fig.3 et 5). La paire des glandes labiales, dont les canaux collecteurs débouchaient, primitivement, à la façon normale, auprès du côté supéro-interne de la base de chacun des deux membres, a, suivant en cela le sort de ces membres, soudé ses canaux excréteurs en un canal impair. De plus, sans doute à cause de sa situation et des fonctions importantes du labium, la glande labiale a pris, comparativement aux glandes homostiques des autres métamères, au moins pendant une certaine période de l'ontogénèse, un développement et un rôle prépondérants.

5e triade, triade thoracique

Métamère prothoracique, prothorax

Les deux demi-arceaux sternaux du prothorax des Fourmis sont très mobiles, grâce à la membrane articulaire qui les sépare l'un de l'autre et à celle qui entoure leur ensemble.

Les autres arceaux du corselet de ces mêmes Insectes sont, au contraire, fort peu mobiles les uns par rapport aux autres, parce qu'ils ne portent qu'un petit nombre de membranes articulaires qui sont très courtes et ne permettent guère que de faibles mouvements de charnière (Fasc.19, 1898[10], pl.6). Il en résulte que, le sternite prothoracique mis à part, le reste du corselet forme une capsule assez rigide. La grande mobilité du sternite prothora-

cique est en rapport avec le rôle important de la patte qu'il porte, patte que la Fourmi utilise, plus que la patte mésothoracique et que la patte métathoracique, pour les actes compliqués qu'elle exécute.

Chez tous les Hyménoptères et chez la plupart des autres Insectes, le prothorax est dépourvu de stigmate. Celui qu'on lui attribue n'est, souvent, que le stigmate mésothoracique dont la situation est devenue tout à fait marginale.

Chez certains Ptérygotes très primitifs, par exemple chez le Stenodictya lobata Brongniart, du Carbonifère supérieur de Commentry, il y a, de chaque côté du prothorax, une expansion latérale qui paraît devoir être considérée comme une formation homostique de l'aile mésothoracique et de l'aile métathoracique. Cette paire d'expansions tégumentaires de l'anneau prothoracique rappelle, peut-être, la forme de trois paires d'aéroplans dont aurait été pourvu l'ancêtre précurseur du véritable Ptérygote à ailes motrices.

C'est probablement parce que, au moment phylogénétique de l'apparition des ailes, le prothorax avait déjà consacré sa musculature aux mouvements compliqués du prosternum et des pattes prothoraciques et aux mouvements d'ensemble de la capsule céphalique (Fasc.19, 1898[10], fig.p.422 et pl.6, *m35, m36, m37. m38, m39*), qu'il ne s'est pas trouvé en mesure, comme le mésothorax et le métathorax, de fournir à ces expansions la musculature motrice nécessaire pour en faire de véritables ailes. Devenues inutiles, ces expansions ont disparu.

Métamère mésothoracique, mésothorax

L'anneau mésothoracique des Hyménoptères est remarquable par le développement énorme de son arceau tergal, développement qui est en rapport avec la présence de la volumineuse musculature vibratrice de l'aile (Fasc.19, 1898[10], fig.2) et par la division de son arceau tergal en un vaste scutum et un vaste scutellum unis par une charnière de vibration.

Chez ceux des Ptérygotes qui ne sont pas très éloignés de la forme ancestrale, tels, par exemple, que les Libellules, la musculature motrice des ailes est formée de fibres musculaires de la sorte dite ordinaire. Cette musculature agit directement sur les insertions alaires et ne produit que des battements relativement lents.

Chez les Hyménoptères, la musculature motrice des ailes est bien différente. Elle est formée de faisceaux à structure toute spéciale et elle imprime, à l'ensemble articulé du scutum et du scutellum, un véritable mouvement vibratoire qui se transmet indirectement aux ailes (Fasc.19, 1898[10], p.439).

Métamère métathoracique, métathorax

Chez les Libellules l'anneau métathoracique est bien développé. L'aile de cet anneau est mue par une musculature propre, homostique et homodyname de la muscultature motrice de l'aile antérieure.

Chez les Hyménoptères, il n'en est pas de même. Chez eux, l'anneau métathoracique présente, à l'inverse du mésothoracique, un arceau tergal extrêmement réduit (Fasc.19, 1898[10], pl.6). Cela est dû à l'absence complète de toute musculature motrice pour l'aile métathoracique. Cette dernière est simplement entraînée par l'aile antérieure à laquelle elle s'unit au moyen de crochets en regard desquels se trouvent des pointes sensitives par lesquelles l'Hyménoptère sent que l'accrochage est bien réalisé (Fascicule 23, 1903[1], fig.2 ét 3).

6e triade, première triade abdominale

Tandis que toutes les autres triades présentent des caractères qui les distinguent de leurs voisines, la première et la deuxième triades abdominales ne présentent pas, chez la plupart des Insectes, de différences notables.

Chez les Myrmicinae, cependant, l'adaptation à des mouvements de très grande amplitude, mouvements qui sont en rapport avec une éthologie et une psychologie compliquées, fait nettement ressortir la première triade abdominale par une grande contraction transversale de ses trois anneaux (fig.1 et Fasc.22, 1902[2], fig.1). Il est à remarquer que cette triade contractée des Myrmicinae occupe exactement le milieu de la série métamérique. Les deux parties, postérieure et antérieure, relativement massives, entre lesquelles cette triade forme un isthme sont, en effet, égales par le nombre morphologique de leurs métamères.

1er métamère abdominal, anneau médiaire des Hyménoptères

Les métamères de l'abdomen possèdent, morphologiquement, chacun une paire de membres abdominaux. Ces membres sont atrophiés chez l'Insecte adulte, mais ils sont souvent bien reconnaissables chez l'embryon.

Chez Lina tremulae (Graber 1890), la série des membres abdominaux embryonnaires se réduit au membre du premier anneau abdominal.

C'est sur le premier anneau abdominal que se trouve, chez les Poduridae, la furcula du saut, organe qui est peut-être homologue

d'un membre et, à côté de cette furcula, le tube sternal impair, qui est peut-être homologue de la poche évaginable des Lepismidae.

Chez les Hyménoptères, le premier anneau abdominal est l'anneau médiaire, anneau qui forme, avec les trois anneaux thoraciques, cet ensemble, si nettement délimité au point de vue anatomique pour lequel on peut réserver la dénomination de corselet. Cet anneau possède un stigmate très développé et, chez les Fourmis, une glande volumineuse, très remarquable, dont le produit volatil joue, probablement, par son odeur, un rôle important dans la reconnaissance mutuelle des individus appartenant à une même colonie (Fasc.17, 1898[1], fig.p.10).

L'anneau médiaire présente une musculature du type abdominal normal. Cette musculature est, toutefois, adaptée à la production des mouvements, de grande amplitude, de l'ensemble des régions suivantes du corps (Fasc.16, 1897[2], fig.p.24).

2e métamère abdominal, pétiole des Formicidae

L'anneau du 2e métamère abdominal est, chez tous les Hymenoptera aculeata, rétréci, à sa partie antérieure, en un pédoncule très étroit. Le reste de l'anneau est dilaté chez les Guêpes et chez les Abeilles, tandis qu'il est très réduit chez les Formicidae et constitue, dans cette famille, l'anneau pétiolaire ou pétiole. Cette contraction, qui fait de l'anneau pétiolaire l'anneau le plus étroit du corps, est d'autant plus remarquable que, chez la larve, cet anneau est, au contraire, le plus large de tous. C'est donc, là, que la contraction nymphale, qui s'effectue en deux temps (stade de première et stade de deuxième contraction), atteint l'amplitude maxima.

3e métamère abdominal, postpétiole des Myrmicinae

Le 2e anneau abdominal est large chez presque tous les Insectes, y compris les Hymenoptera terebrantia.

Dans la sous-famille des Formicidae, il est rétréci à sa partie antérieure en un pédoncule étroit, mais le reste de l'anneau est dilaté.

Dans la sous-famille des Ponerinae, il a une forme analogue à celle qu'il a chez les Formicinae, mais il présente, cependant, une légère contraction à sa partie inférieure.

Dans la sous-famille des Myrmicinae, cette contraction s'étend à tout l'anneau, qui se trouve ainsi très réduit, et qui pour ce motif peut être appelé deuxième nœud pétiolaire ou post-pétiole. C'est à la partie inférieure de l'arceau tergal de l'anneau post-pétiolaire que se trouve la crête de friction de l'organe stridulateur (Fasc.6, 1894[3], p.114).

7e triade, deuxième triade abdominale, gaster des Myrmicinae

4e, 5e et 6e métamères abdominaux

Le 4e anneau abdominal est très dilaté, dans toute son étendue, chez tous les Insectes, excepté chez les Myrmicinae. Dans ce dernier groupe, il est fortement rétréci et pédonculé à sa partie antérieure, et c'est la portion tergale de ce pédoncule qui porte l'aire striée de stridulation. Le reste de l'anneau forme la vaste calotte, antérieure, de cette volumineuse région anatomique globuleuse, très dilatable, que l'on appelle le gaster.

Les 5e et 6e anneaux ressemblent, presque toujours, beaucoup au 4e et ne présentent rien de particulier.

8e triade, triade génitale de la femelle

7e métamère abdominal, anneau de l'atrium génital de la femelle

Chez la femelle le 7e anneau abdominal porte, sur la membrane articulaire qui forme sa bordure anale, l'orifice vulvaire impair de l'atrium génital (Fasc.22, 1902[1], pl.1).

8e métamère abdominal, anneau du stylet

Le 8e anneau abdominal porte la gonapophyse antérieure de l'armure génitale, gonapophyse qui, chez les Hymenoptera aculeata, est transformée en une sorte d'aiguille à pointe très aiguë, appelée le stylet de l'aiguillon (Fasc.18, 1898[4], pl. 3).

9e métamère abdominal, anneau du gorgeret

Le 9e anneau abdominal porte les deux paires de gonapophyses postérieures : l'interne et l'externe (Fasc.18, 1898[4], fig.5, *Se 12*, 12e anneau postcéphalique ou 9e abdominal).

Chez les Hymenoptera aculeata, la gonapophyse interne s'est soudée, avec sa symétrique, en une pièce impaire qui constitue le gorgeret ou guide des stylets, tandis que l'externe, restée indépendante, forme, avec sa symétrique, une paire de valves qui sert à engaîner l'aiguillon, c'est-à-dire l'ensemble de la paire de stylets et du gorgeret. Les deux glandes, celle à sécrétion alcaline et celle à sécrétion venimeuse acide, glandes qui, toutes les deux, débouchent à la base du gorgeret, appartiennent à ce métamère.

Chez les Hyménoptères femelles, l'anneau du 9e métamère abdominal est le dernier qui soit réellement bien reconnaissable.

9e et dernière triade de l'Insecte, triade génitale du mâle

10e métamère abdominal, anneau de l'orifice génital du mâle

Le 10e anneau abdominal est reconnaissable chez les Hyménoptères mâles, et chez les Insectes inférieurs tels que le Machilis et le Lepisma.

Il est, ainsi que le suivant, complètement atrophié chez les Hyménoptères femelles. Sur une figure d'un travail précédent (Fasc.22, pl.1), l'anneau *Se 12* (12e postcéphalique) est le 9e anneau abdominal et *Se 13* représente l'anneau du telson. Il y a, entre ces deux anneaux, lacune des 10e, 11e et 12e anneaux abdominaux, disparus par atrophie.

11e métamère abdominal, anneau du cerque

Le 11e anneau est reconnaissable chez les Insectes les moins éloignés de la forme ancestrale de la classe. Sa paire de membres constitue ces deux appendices caudaux, souvent très longs, que l'on appelle les *cerques* (cerci, appendices latéraux).

Les cerques existent chez un bon nombre d'Aptérygotes (Machilis, Lepisma).

Dans le groupe des Ptérygotes, ils existent chez d'assez nombreuses larves (Agrion, Æschna, Ephemera, Mantis) et chez quelques imagos (Ephemera).

Ils se sont transformés en pinces chez les Forficulidae et les Calopterigidae.

Ils ont disparu chez les autres Insectes.

Il résulte des observations de Cholodkowsky (1891), Wheeler (1893), Heymons (1895), sur les Orthoptères, que les cerques proviennent du développement des rudiments des membres du 11e anneau abdominal.

Heymons (1896a, 1896b, 1896c, 1896d, 1897) a confirmé cette origine chez les Forficulidae, les Ephemeridae, les Libellulidae et les Lepismidae. Cet auteur fait remarquer que la situation des cerques, très nette sur les embryons, l'est beaucoup moins chez les adultes et que, chez ces derniers, ils se montrent très rapprochés, soit du 10e anneau abdominal, soit du telson, au point d'avoir induit plusieurs auteurs en erreur relativement à leur véritable situation.

Les cerques sont presque toujours formés d'une série linéaire d'articles homonomes. Il y en a cependant qui ne comprennent qu'un seul article.

Haase (1899) et Heymons (1895) ont appelé l'attention sur la ressemblance qui existe entre les cerques et les antennes, tant pour le processus de leur ontogénèse que pour leur structure. Si l'on admet que le nombre morphologique des anneaux abdominaux est de 12, le cerque est, au point de vue morphologique, longitudinalement symétrique de l'antenne (voir le tableau, page 14).

Chez des Aptérygotes, tels que le Machilis et le Lepisma, ainsi que chez les Ephémérides, il y a, à l'extrémité du corps, un filament dorsal impair (appendix dorsalis, filum terminale) qui, parfois, ressemble beaucoup à un cerque. Cet appendice impair manque chez plusieurs Thysanuridae (Japyx campodea), chez les Orthoptera proprement dits et chez les Insectes supérieurs. On le considère comme étant un prologement de la portion médiane du 11ᵉ tergite.

12ᵉ métamère abdominal, anneau ancestral hypothétique

Si l'existence d'un 10ᵉ et d'un 11ᵉ anneau abdominaux prételsoniens est bien certaine, puisqu'on peut le reconnaître chez les Insectes inférieurs, il n'en est pas de même du 12ᵉ dont, pour satisfaire à des vues théoriques, j'admets, hypothétiquement, l'existence chez le Protentomon.

Il n'est pas impossible que le filament dorsal que l'on attribue généralement au 11ᵉ anneau abdominal prételsonien appartienne en réalité, morphologiquement, au 12ᵉ qui, dans toutes ses autres parties, serait atrophié au point de ne pouvoir être distingué.

EXAMEN SOMMAIRE DES ORGANES DE L'INSECTE

FEUILLETS EMBRYONNAIRES PRIMITIFS

A l'origine de la série des ancêtres des Arthropodes se trouvent sans doute des colonies d'êtres unicellulaires et semblables entre eux.

Ces colonies ont acquis une individualité de second ordre, qui a fait perdre, aux individus constituants, leur individualité de premier ordre pour les faire tomber au rang de simples cellules.

La première différenciation qui est survenue parmi les cellules, semblables entre elles, de ces individus a été le résultat de l'adaptation d'un certain nombre d'entre elles à la reproduction, c'est-

à-dire à la conservation normalement illimitée de la vie (gonades), tandis que les autres sont restées relativement peu modifiées pour former le soma périssable de l'individu.

La seconde différenciation a été le résultat d'une division du travail des cellules du soma, division à la suite de laquelle un certain nombre d'entre ces cellules se trouvèrent adaptées aux fonctions de nutrition (endoderme ou trophoderme), tandis que les autres cellules formaient le corps proprement dit de l'individu (ectoderme).

Chacun de ces deux feuillets primitifs, l'ectoderme et l'endoderme, tout en se conservant, comme tel, au début de chacune des ontogénèses successives, s'est différencié à son tour.

Ectoderme

Dès le début de la phylogénèse des précurseurs de l'ancêtre annélidien de l'Arthropode, l'ectoderme primitif a fourni :

1° Des formations épidermiques en rapport avec la limitation et la protection du corps et avec la réception de certaines actions venant du dehors ;

2° Des formations mésodermiques en rapport avec la mobilité et avec l'emmagasinement de substances nutritives de réserves, les unes énergétiques, pour l'alimentation des organes moteurs, les autres plastiques, pour la nutrition interne pendant des périodes spéciales de développement somatique ou de prolifération reproductrice ;

3° Des formations neurodermiques en rapport avec la conduction, la perception et l'utilisation des actions reçues de l'extérieur (cellules nerveuses sensitives), avec la détermination des mouvements (cellules nerveuses motrices), avec la régulation et la coordination des phénomènes vitaux élémentaires des cellules de l'organisme (cellules nerveuses végétatives).

Formations épidermiques

Les formations épidermiques de l'Insecte sont caractérisées par leur pouvoir chitinogène. Ce sont :

L'épiderme tégumentaire, formateur du squelette chitineux externe (exosquelette) et du squelette chitineux interne (endosquelette) de tous les métamères externes ;

L'épithélium du stomentéron ;

L'épithélium du proctentéron ;

Les cellules épidermiques formatrices des parties chitineuses des organes sensitifs ;

Les cellules épidermiques formatrices des canaux des cellules glandulaires.

Le système trachéen;

Les cellules épithéliales, formatrices des canaux glandulaires.

Provisoirement, on peut y joindre les cellules glandulaires et les œnocytes qui ne sont pas chitinogènes et qui, pour ce motif, doivent être placées à part.

Formations mésodermiques

Les formations mésodermiques de l'Insecte sont :

Les muscles ;

Les membranes conjonctives;

Les adipocytes (corps adipeux).

Formations neurodermiques

Les formations neurodermiques sont :

1° La chaîne des centres nerveux sensorio-moteurs, y compris son prolongement stomentérique et son prolongement proctentérique, ainsi que les nerfs, ganglions de relai et terminaisons nerveuses correspondant aux centres de cette chaîne;

2° La chaîne sympathique ou d'innervation végétative, annexée à la chaîne des centres sensorio-moteurs et les nerfs sympathiques qui accompagnent les nerfs sensorio-moteurs ;

3° Le ganglion supraaortique, qui est peut-être le centre de l'innervation du cœur, et le nerf longitudinal qui est issu de ce ganglion.

Endoderme

Quant à l'endoderme primitif, les groupes de cellules qui en dérivent phylogénétiquement sont probablement :

Les cellules mésentériques qui forment l'épithélium du mésentéron ;

Les cellules vitellines, porteuses des substances nutritives que l'organisme maternel a accumulées dans l'œuf;

Les cellules trophocytaires qui digèrent et rendent assimilables les réserves nutritives contenues dans les cellules vitellines ;

Les cellules des enveloppes embryonnaires, enveloppes qui peuvent se réduire à la membrane dorsale qui recouvre les cellules endodermiques, ou se dédoubler en une serosa et un amnios.

CAVITÉS

Cavité générale

La cavité générale du corps de l'Insecte peut être considérée comme limitée de tous côtés par une fine membrane mésodermique qui est représentée par la membrane basale ou, tout au moins, par des éléments mésodermiques appliqués sur cette membrane.

Cette membrane mésodermique tapisse la face interne de l'épiderme tégumentaire et tout le tube digestif. Elle enveloppe les canaux excréteurs des glandes, les trachées et les nerfs (Fasc.26, 1907[4], fig.77) comme pour isoler ces organes de la cavité générale qu'ils traversent; elle forme la liaison entre les fibres musculaires et les cellules épidermiques qui sont situées au droit de ces fibres et sont renforcées de filaments de résistance (Fasc.26, 1907[4], figures 100, 366 et 402).

Le diaphragme sternal, qui passe entre la chaîne nerveuse et le tube digestif, et le diaphragme tergal ou péricardial sont en continuité avec cette membrane.

La cavité générale est remplie par le liquide cavitaire, dans lequel flottent et circulent les leucocytes amiboïdes et dans lequel baignent directement les muscles, les adipocytes, les cellules glandulaires et les oenocytes.

La cavité générale provient de la réunion de la majeure partie des cavités schizocoelienne et cœlomique de l'embryon. Sa formation a été étudiée par Heymons (1901) chez les Myriapodes.

Cavité du vaisseau dorsal

La cavité du vaisseau dorsal communique avec la cavité générale par les ostioles du cœur. Elle est remplie par le liquide cavitaire en propulsion. Cette cavité représente une portion de la cavité schizocoelienne de l'embryon, cavité qui s'est trouvée entourée, lors de la conjonction et de la soudure des deux hémicardes.

Cavité des gaînes ovariques

La cavité des tubes dans lesquels se forment les gonocytes est un résidu de la cavité cœlomique de l'embryon.

Cavité du mésentéron

La cavité du mésentéron de l'Insecte, qui, à un certain stade de l'ontogénèse, se met, par résorption de cloisons, en communication avec le lumen du stomentéron et, plus tardivement, avec celui du proctentéron, doit être considérée comme le résultat de la dissolution de la masse des cellules vitellines préalablement enserrées dans une enveloppe formée d'une assise de cellules endodermiques.

Cavités à parois chitinisées

Ces cavités ne sont que des emprunts faits à l'espace extérieur, puisque leurs parois représentent morphologiquement des surfaces externes du corps et qu'ils restent, à de rares exceptions près (corpora allata, par exemple) en communication avec cet espace extérieur. Ce sont les lumens : du stomentéron et de ses diverticules; du proctentéron et des tubes de Malpighi; des trachées; des réservoirs, canaux et chambres d'évaporation glandulaires; des furca, des phragma, des apodèmes et des tendons creux.

SYMÉTRIE PAIRE DES ORGANES

En fait, il n'existe pas d'organe morphologiquement impair chez l'Arthropode. On ne peut guère considérer comme impairs que la bande interneurale ventrale (Fasc.21, 1899[7], pl.1, fig.7, 8, *ab*) et la membrane dorsale de l'embryon.

Tous les autres organes sont en réalité pairs, et ceux qui sont devenus impairs ne le sont devenus que par suite de la soudure, plus ou moins précoce, de deux parties primitivement paires.

Tous les organes de l'Insecte étant normalement pairs, il doit être bien entendu que, lorsque, pour abréger, on dit, par exemple, « le centre nerveux mandibulaire », on veut parler de la paire des deux centres nerveux du métamère mandibulaire.

Par contre, il y a toujours lieu de bien spécifier les cas où, par suite de leur rapprochement dans le plan sagittal, des parties morphologiquement paires se soudent en partie anatomiquement impaires.

Il y a dans le 3e métamère de quelques triades, une tendance à la réunion, en parties impaires, des parties primitivement paires. Sans vouloir y insister, je signalerai, relativement à cette hypothèse, les métamères suivants.

L'acron, ou 3e partie de la triade stomentérique, présente des parties tégumentaires et des muscles clypéopharyngiens impairs. Sa paire de centres nerveux montre une tendance à fusionner en un ganglion frontal impair, et, même lorsque ce ganglion frontal est manifestement bilobé, comme c'est le cas chez les Fourmis, le nerf moteur clypéopharyngien (Fasc.20, 1899[c], pl.4, *n.m.sup.ph.a*) est impair, ainsi que le connectif récurrent (*n. réc.*) qui unit le ganglion frontal au ganglion œsophagien.

Le 3e métamère de la triade cérébrale a soudé, en parties impaires, sa portion tentoriale, le grand dilatateur de l'infrapharynx et le nerf moteur de ce muscle. (Fasc.25, 1905[1], pl. 4 et 5) et peut-être sa paire d'ocelles.

Le 3e métamère de la triade gnathale a soudé en parties impaires le labium et le canal collecteur de la glande labiale.

SQUELETTE CHITINEUX

Continuité du squelette chitineux. — Le squelette chitineux (chitonum, cuticule chitineuse) qui forme l'enveloppe externe du tégument de l'Insecte est continu. Sa porosité se réduit à des pores de la nature et de la grandeur des pores osmotiques.

Elle s'étend, avec une épaisseur très variable, sur la surface du corps, sur les appendices externes, sur les invaginations endosquelettiques, sur les trachées, sur les canaux glandulaires, sur le stomentéron et sur le proctentéron.

Aux points où il y a une terminaison nerveuse sensitive et un organe sensitif correspondant, la cuticule chitineuse peut devenir extrêmement mince, sans disparaître complètement (Fasc.24, 1904[a], fig.p.21; Fasc.26, 1907[4], fig.p.46).

Imperméabilité du squelette chitineux. — L'un des caractères les plus importants de la cuticule chitineuse est sa faible perméabilité. Cette propriété fait de la cuticule chitineuse une enveloppe très efficacement protectrice de l'organisme qu'elle entoure, et elle contribue, en particulier, à protéger l'individu contre la dessication. L'atténuation de l'évaporatiou de l'eau contenue dans les tis-

sus est très prononcée chez certaines larves qui mènent une vie peu active et trouvent, dans une alimentation, en apparence sèche, la quantité d'eau nécessaire à leur organisme. C'est le cas, par exemple, des larves de Tenebrio molitor qui se développent dans la farine, sans avoir besoin d'eau. L'évaporation est cependant assez considérable chez les Insectes qui, menant une vie très active, ont des échanges respiratoires intenses; mais c'est là, surtout, une évaporation trachéenne. C'est ce que l'on constate chez les Abeilles et chez les Guêpes qui ont besoin d'absorber une forte proportion d'aliments liquides, et c'est surtout le cas des Fourmis qui, en outre d'aliments liquides et de boisson aqueuse, ont besoin d'avoir, au moins dans certaines chambres de leur nid, une atmosphère à peu près saturée d'humidité.

Stratification du squelette chitineux. — La chitine est produite dans la zone externe de l'épiderme qui, sauf dans les aires histoblastiques des individus jeunes, est normalement formé d'une seule couche de cellules. Il y a, dans l'activité de la production de la chitine, des intermittences progressives, nombreuses et régulières, qui se traduisent, dans les coupes transversales de la cuticule, par une stratification fondue, très visible, qui rappelle celle des grains d'amidon. Un aspect fibrillaire, à direction perpendiculaire à la stratification, est exceptionnel et ne modifie d'ailleurs, en rien, la stratification fondamentale.

Sclérites squelettiques. — La cuticule chitineuse peut rester mince et souple sur tout ou sur presque tout le corps. Mais, généralement, sur la tête et le prothorax des larves, et sur presque tous les anneaux des imagos, des aires, symétriques par rapport au plan sagittal, s'épaississent et se durcissent considérablement. Ces aires épaissies et durcies de la cuticule chitineuse constituent les *sclérites*. Ces derniers, accompagnés ou non d'invaginations endosquelettiques, et unis entre eux par des bandes chitineuses souples et membraneuses, constituent une véritable cuirasse protectrice, articulée, et fournissent aux muscles de solides surfaces d'insertion.

Les sclérites des sept anneaux qui prennent part à la constitution de la tête forment une capsule céphalique rigide, qui ne porte pas d'autres articulations que celles des antennes et des membres gnathaux.

Chez les Hyménoptères, les sclérites sternaux des trois derniers anneaux du corselet sont aussi soudés d'une façon rigide. Quant aux sclérites tergaux, ils ne sont que faiblement articulés. Il en résulte que ces trois anneaux forment une capsule peu défor-

mable, susceptible, seulement, de laisser vibrer les deux pièces (scutum et scutellum) constitutives de son mésotergite (Fasc.19, 1898[10], fig.p.440 et pl.6).

Chez les larves où le tégument est presque complètement dépourvu de sclérites squelettiques, le corps a, cependant, par simple turgescence, une rigidité suffisante. La cuticule conserve alors, dans son ensemble, une minceur et une souplesse qui facilitent considérablement les mues.

Les sclérites sont reliés, les uns aux autres, par des membranes articulaires, c'est-à-dire par des portions de la cuticule chitineuse qui restent très souples. Ces portions de la cuticule peuvent être très étroites et ne permettre que de simples mouvements de charnière. Elles peuvent, au contraire, être larges et former un repli qui permet des variations considérables de volume, telles que celles qui accompagnent le remplissage du jabot, le gonflement des ovaires ou les mouvements respiratoires abdominaux.

Les membranes articulaires sont aussi stratifiées, et elles présentent le même nombre de strates que les sclérites voisins. Toutes les strates constitutives d'une membrane sont formées d'une chitine spéciale, souple et colorable par les réactifs colorants, à l'exception cependant d'une strate externe qui est dure, identique à la strate superficielle des sclérites voisins, et en continuité avec elle. Cette mince strate superficielle, dure, protectrice des membranes articulaires, est très flexible à cause de son extrême minceur (Fasc.16, 1897[8], p.7; Fasc.26, 1907[4]. p.20 et 59).

Constitution morphologique d'un anneau

Membrane articulaire annulaire

Sauf dans le cas où il reste tout à fait immobile par rapport à ses voisins, chaque anneau est pourvu d'une musculature longitudinale motrice d'un anneau voisin et d'une membrane annulaire en rapport avec le fonctionnement de cette musculature.

Comme il a déjà été dit, ces membranes articulaires se trouvent, suivant une règle précise, tantôt sur le bord céphalique, tantôt sur le bord anal de l'anneau.

Demi-anneau

Le fait que chaque métamère possède deux centres nerveux, un droit et un gauche, montre, tout d'abord, que, même en l'absence

de toute ligne de démarcation tégumentaire, la division morphologique, fondamentale, de l'anneau est la division en un demi-anneau droit et un demi-anneau gauche.

Arceaux

La division, en deux branches, du nerf du demi-métamère montre que le demi-anneau se divise morphologiquement en deux parties qui sont, l'une, le demi-arceau sternal, l'autre, le demi-arceau tergal.

Au point de vue de l'innervation, l'anneau se divise, comme il vient d'être dit, en une moitié droite et une moitié gauche, mais au point de vue de la constitution anatomique du squelette, et au point de vue des mouvements, il se divise en un arceau sternal et un arceau tergal. Chez les Hyménoptères, par exemple, sauf les deux demi-arceaux sternaux prothoraciques, qui sont séparés par une membrane articulaire, tous les autres demi-arceaux sont soudés, dans chaque anneau, en un seul arceau sternal et il en est de même pour les arceaux tergaux.

Arceau sternal, sternite

Chaque demi-arceau sternal peut présenter :

1° Une invagination endosquelettique, importante pour les insertions musculaires (tentorium, furca; Fasc.25, 1905', p.30; Fasc.19, 1898'°, fig.1, 2, 3).

2° Un appendice ayant la valeur de membre primitif (antenne, appendices gnathaux, pattes thoraciques, pattes abdominales des embryons).

3° Un groupe glandulaire, satellite du membre ou de l'aire tégumentaire représentative de ce membre (glandes antennaire, mandibulaire, maxillaire, labiale, prothoracique, médiaire, etc.; Fasc.17, 1898', p.5).

Arceau tergal, tergite

Les arceaux tergaux sont généralement grands et embrassants, par rapport à l'arceau sternal correspondant. Les côtés des arceaux tergaux peuvent même se prolonger, au point de venir occuper une situation anatomiquement ventrale.

C'est aux arceaux tergaux qu'appartiennent :

Le groupe de cellules sensitives qui constituent les yeux composés, les ocelles, les organes sensitifs des balanciers;

Les ailes;

Les stigmates;

Les aires qui fournissent les œnocytes;

La membrane articulaire tergale qui borde la marge ventrale du tergite.

Membrane articulaire tergale. — L'innervation et la situation des insertions des muscles dits « dorso-ventraux » montre que ces muscles et que la membrane articulaire connexe, qui est adaptée aux mouvements relatifs du sternite et du tergite correspondant, appartiennent, morphologiquement, non pas à l'arceau sternal, mais exclusivement à l'arceau tergal.

La ligne de suture de la membrane articulaire tergale avec la bordure sternale est, morphologiquement, une ligne assez bien déterminée par sa situation en bordure de l'arceau.

Il n'en est pas de même de la ligne de jonction de la membrane avec le tergosclérite. L'extension de cette membrane est, en effet, très variable dans la direction du stigmate qui, lui, doit être considéré comme représentant, sur le tergite, un point de repère morphologique fixe. Chez les Hyménoptères, par exemple, cette membrane n'atteint pas le stigmate, tandis qu'elle l'atteint chez d'autres Insectes. Cela vient de ce que les membranes articulaires, qui ont une grande valeur au point de vue anatomique et physiologique, n'en ont que peu au point de vue morphologique. Un point morphologiquement déterminé du tégument peut, en effet, suivant le groupe systématique considéré auquel appartient une espèce donnée ou suivant le métamère considéré dans cette espèce, faire partie, soit d'un sclérite durci, soit d'une membrane articulaire, suivant que le mode de fonctionnement de la musculature de l'anneau auquel il appartient a déterminé, pour ce point, l'une ou l'autre de ces deux conditions anatomiques.

Grandes divisions du tégument

Les adaptations qui ont conduit à la forme actuelle de l'Insecte supérieur ont, tout en respectant, dans une large mesure, le groupement des métamères par triades, produit un groupement morphologique plus facile à reconnaître. Ce groupement, constant dans toute la classe, se traduit par la division du corps en une tête, un thorax et un abdomen.

Le squelette chitineux des métamères céphaliques et celui des métamères thoraciques sont notablement modifiés, par le groupement des métamères et par le développement et la spécialisation des membres.

Le squelette chitineux des métamères de l'abdomen a, au contraire, conservé des caractères beaucoup plus primitifs et, partant, plus simples.

Tête

Le tégument de la tête s'est raidi, en une vaste capsule céphalique, par la formation d'un squelette chitineux relativement épais et dépourvu d'articulations annulaires.

La capsule céphalique comprend :

1° Une portion clypéo-frontale, toujours assez bien délimitée, au moins dans sa partie clypéale, innervée par des nerfs issus du ganglion frontal et appartenant, par conséquent, à l'acron;

2° Les trois anneaux de la triade cérébrale ;

3° Les trois anneaux de la triade gnathale.

L'étranglement très prononcé qui existe entre la tête et le prothorax, chez bon nombre d'Insectes, par exemple chez les Diptères et chez les Hyménoptères, n'existait guère chez les Insectes primitifs. C'est une acquisition qui a eu pour effet de donner à la tête une mobilité très grande, en rapport avec le perfectionnement des fonctions des organes céphaliques.

Thorax

Le thorax est formé des trois anneaux de la triade locomotrice, anneaux qui sont pourvus de pattes et dont les deux derniers sont, en outre, pourvus d'ailes.

Abdomen

L'abdomen comprend les douze anneaux qui forment les quatre triades prételsoniennes.

Chez les Hyménoptères le premier métamère abdominal consacre sa musculature à assurer les mouvements d'ensemble du reste de l'abdomen.

Les deux derniers anneaux abdominaux sont atrophiés chez les Insectes supérieurs. Le dernier, n'étant bien reconnaissable chez aucun Insecte, même inférieur, son existence est, en réalité, hypothétique.

Sauf chez les Myrmicinae, qui constituent une forme où les différenciations abdominales sont poussées au maximum, et chez qui il y a une très forte contraction des trois anneaux de la première triade abdominale, cette dernière n'est, en général, pas séparée de la suivante par un étranglement.

A l'exception du 11e anneau abdominal qui, chez certains Insectes, a conservé, jusque chez l'imago, sous forme de cerci, ses mem-

bres primitifs, les anneaux abdominaux ne montrent plus de rudiments de membres que chez les embryons. Ces rudiments sont, d'ailleurs, eux-mêmes, souvent absents.

Chaque anneau abdominal comprend normalement :

1° Un arceau sternal ;

2° Un arceau tergal pourvu d'une membrane articulaire longitudinale et porteur d'un stigmate sur sa région pleurale ;

3° Une membrane d'articulation avec l'anneau voisin, membrane qui se trouve toujours au voisinage de la partie anale de l'anneau.

Réduction des sternites abdominaux. — Les auteurs signalent, assez fréquemment, la disparition des sternites abdominaux antérieurs. C'est ainsi que, d'après Verhoëff (1893, 1893[a], 1894), les deux premiers sternites abdominaux manquent chez la plupart des Coléoptères.

Cette disparition apparente des sternites résulte de ce qu'ils ont une tendance à se réduire considérablement, à l'inverse des tergites qui ont une tendance à s'accroître, et de ce que leur tégument peut être entièrement membraneux et, par conséquent, se confondre avec les membranes articulaires voisines. En réalité, il n'y a pas disparition morphologique complète, mais simple réduction anatomique avec absence de sclérite.

Chez les Fourmis on admet, en général, la disparition du sternite de l'anneau médiaire. En fait, ce sternite est très réduit, mais il existe bien réellement. (Fasc.19, 1898[1o], pl.6.)

Parties formées par un prolongement du tégument

Il y a, sur les anneaux, des parties qui constituent un simple prolongement du tégument. Ces parties ont, les unes, exactement la même structure histologique que le tégument, les autres, une structure histologique assez notablement différente.

Parties ayant la même structure histologique que le tégument

Membres

Chacun des métamères de l'ancêtre annélidien possédait une paire de membres.

Sauf sur ceux où il a disparu au cours de la phylogénèse, il y a,

sur chacun des métamères de l'Insecte, un membre homologue du membre du métamère annélidien correspondant.

L'ensemble des membres d'un individu constitue une série homostique qui comprend : l'antenne, les membres gnathaux, les pattes thoraciques, les membres abdominaux rudimentaires, les gonopodes, le cerque.

Le membre de chaque demi-anneau occupe une situation qui doit être considérée comme étant morphologiquement fixe.

Pattes thoraciques. — Les membres thoraciques, adaptés en général à la marche, sont formés d'une succession linéaire d'articles.

Les trois premiers de ces articles sont appelés coxa, fémur et tibia. L'ensemble des suivants constitue le tarse. Le dernier article du tarse est pourvu de griffes.

La portion proximale articulaire de la coxa est très rétrécie. On l'appelle le trochantinus.

La portion proximale du fémur forme le trochanter qui est simple ou double. Le ou les trochanters du fémur ne sont pas de véritables articles, car ils sont délimités par de simples replis chitineux, non accompagnés de véritables membranes articulaires.

Membres abdominaux des embryons. — Heymons a montré que, chez les embryons des Insectes inférieurs, les onze métamères reconnaissables dans l'abdomen sont pourvus, chacun, d'une paire de membres rudimentaires.

Chez les embryons des Insectes supérieurs, ces rudiments de membres manquent complètement ou sont peu nombreux.

D'après Graber (1890), chez le Coléoptère Lina tremulae, l'embryon ne montre un rudiment de membre abdominal que sur le 1er anneau.

Styli des Insectes inférieurs adultes. — Les styli des Insectes inférieurs adultes consistent en une paire de petits appendices styliformes, situés sur la face ventrale des anneaux abdominaux.

Ils forment une série homostique sur les trois premières triades abdominales ou seulement sur une partie des anneaux de ces triades.

Ils sont articulés sur le tégument et peuvent, au moins chez certaines espèces, être mus par des muscles (Haase 1889, 1889a).

Les styli sont presque toujours formés d'un seul article.

Cependant, Heymons (1896b) a observé, chez de jeunes larves de Mantis, l'existence de deux articles.

Haase (1889), Verhoëff (1895) ont fait remarquer que chez le Machilis, la coxa méso, et la coxa métathoracique sont accompa-

gnées, chacune, d'un petit appendice secondaire tout à fait semblable à un stylus.

D'après les observations concordantes de Cholodowsky (1891), de Wheeler (1893), d'Heymons (1895) et d'Uzel (1898) les styli des Insectes doivent être considérés comme se développant aux dépens des rudiments des membres abdominaux.

Chez la Scolopendrella, les pattes sont accompagnées de petits appendices comparables aux styli (Grassi 1886[a], pl.2, fig.15).

On peut, avec Heymons (1899[a], p.551) admettre comme vraisemblable que la forme polypode primitive de l'Insecte possédait des coxa stylifères et que l'atrophie des membres abdominaux, portant surtout sur la portion principale du membre, a laissé subsister les styli que nous retrouvons chez les Insectes inférieurs actuels, mais qui, à leur tour, ont complètement disparu chez presque tous les Ptérygotes.

L'apparition ontogénétique de ces membres atrophiés a presque toujours lieu chez l'embryon. Cependant, chez Thermophila furnorum (Oudemans 1889) et chez Lepisma saccharina (Heymons 1897), leur apparition est postembryonnaire.

Tube sternal et furcula des Poduridae. — D'après Uzel (1898), le tube sternal impair du premier anneau abdominal, et la furcula ou organe du saut des Poduridae, dériveraient des rudiments des membres abdominaux embryonnaires.

Il est possible que le tube sternal soit l'homologue des poches évaginables des Lépismidae.

Branchies sternales des larves de Pseudo-Névroptères et de Névroptères. — D'après Heymons (1899[a], p.552), les filaments branchiaux des larves de Sialis sont issus des rudiments embryonnaires des membres abdominaux et, de même, chez les larves d'Ephemera vulgata, les branchies sont sternales et proviennent d'épaississements épidermiques qui dérivent des rudiments des membres abdominaux.

Ces branchies, étant sternales, ne peuvent évidemment pas être homostiques des ailes qui sont des expansions tergales.

Pedes spurii des larves de Lépidoptères et de Tenthredinides. — D'après les observations de plusieurs auteurs (voir Korschelt et Heider, 1890, p.797), les fausses pattes (pedes spurii, pattes membraneuses) des larves de Lépidoptères et de Tenthredinides paraissent dériver des rudiments des membres abdominaux vrais, ou, tout au moins, se forment sur leur emplacement.

Cependant, d'après Heymons (1899[a], p.551), ces organes ne seraient pas, comme les cerci et les styli, les restes des membres

de l'ancêtre polypode de l'Insecte, mais des organes de néo-formation dont l'apparition serait postérieure, non seulement à la disparition de la partie principale des membres, mais même à celle de leurs styli.

Ils seraient ainsi, non pas des homologues des membres primitifs de l'anneau, mais, simplement, des formations homotypes de ces membres, c'est-à-dire néo-formées sur l'emplacement du membre précédemment évanoui.

Gonapophyses

La dénomination de gonapophyse (Huxley) s'applique à des appendices tégumentaires articulés, pourvus d'une musculature motrice, qui sont situés sur les 8e et 9e sternites abdominaux des Insectes femelles. Leur ensemble constitue l'armure génitale, laquelle est appelée : ovipositor ou oviscapte chez les Locustidae; terebra, tarière, chez les Tenthredinidae ; aiguillon chez les Hymenoptera aculeata.

Les gonapophyses manquent chez un certain nombre d'Aptérygotes, chez Campodea, par exemple.

Chez les Lepismidae (Lepisma, Machilis), il peut y en avoir une paire sur le 8e et une paire sur le 9e anneau de l'abdomen.

Chez les Ptérygotes, il y en a, normalement, une paire sur le 8e et deux paires sur le 9e anneau abdominal.

Chez les Locustidae, l'armure génitale remplit son rôle primitif, qui est le guidage de l'œuf au moment de la ponte.

Chez les Hymenoptera aculeata, l'armure génitale est transformée en un appareil vulnérant. La paire de gonapophyses supérieures s'est transformée en une paire de stylets aigus et très mobiles. Chacun de ces stylets porte une rainure qui emboîte une languette latérale du gorgeret et lui permet de coulisser le long de ce dernier. Le gorgeret est un appendice impair résultant de la soudure de la paire des gonapophyses inférieures internes. Les stylets portent des lamelles qui, faisant fonction de piston, dans le lumen tubulaire de l'aiguillon, sont aptes à aspirer le venin fourni par la glande vénénifique et à le refouler dans la blessure faite par les stylets (Fasc.18, 1898[4]).

Exactement comme chez les Insectes, où l'armure génitale sert à guider les œufs, l'aiguillon a sa base très rapprochée de la vulve; mais ce qui montre bien qu'il a perdu ses rapports avec l'acte de la ponte, c'est que, au moment de cet acte, il est fortement exserti et ramené en arrière (Fasc.9, 1894[e], p.70, fig.35).

D'après les travaux de Grassi (1888), Haase (1889), Peytoureau (1895), Heymons (1896, 1896[b]), Bruel (1897), les gonapophyses ne doivent pas être considérées comme dérivées des rudiments des membres abdominaux et ne sont, par conséquent, pas leurs homologues. Ce sont des appendices tégumentaires de néo-formation. Heymons a montré, chez Lepisma saccharina (1897) et chez les Rhynchota (1899[b]), que les gonapophyses ne se développent pas, sur les sternites, exactement aux endroits où se trouvaient les rudiments des membres. En effet, la gonapophyse du 8[e] et la gonapophyse interne du 9[e] anneau abdominal proviennent de la région médiane du sternite, tandis que les membres rudimentaires s'évanouissent, en s'affaissant, sur les parties latérales du sternite (Haase, 1889[a]; Heymons, 1895). Quant à la gonapophyse externe du 9[e] anneau, bien qu'elle se trouve sur la partie latérale du sternite, il est probable qu'elle est également un appendice néo-formé et qu'elle n'a pas la valeur d'un membre primitif.

Ailes

Les ailes sont des expansions tégumentaires, lamelliformes, des arceaux tergaux des deux derniers anneaux thoraciques, expansions dans lesquelles se prolonge la cavité générale. Avant que les ailes ne deviennent fonctionnelles, cette cavité disparaît par l'accolement des deux lames hypodermiques, sauf au droit des nervures. Dans l'intérieur de ces nervures, on voit se prolonger, avec l'épiderme, des nerfs sensitifs et des trachées (Fasc.23, 1903[1], fig. p.4 et 5).

Les ailes des Ptérygotes primitifs sont subégales et possèdent, chacune, une musculature motrice propre. Les mouvements des quatre ailes sont donc mécaniquement indépendants. Ils sont synchronisés par l'action des centres nerveux des deux métamères alaires.

Expansions externes non articulées

Certains Insectes présentent des expansions tégumentaires externes, rigides, non articulées à leur base, et n'ayant pas d'autre mobilité que celle de la partie qui les porte.

Ces expansions, parfois très remarquables au point de vue anatomique, sont toujours sans importance au point de vue morphologique. On peut en citer, comme exemple, les deux épines dorsales de l'anneau médiaire des Myrmica (Fasc.19, 1898[10], fig.2 et 6, *Ep*) et les cornes céphaliques et prothoraciques, paires ou impaires, de grandeur assez variable dans une même espèce, qui existent chez bon nombre de Coléoptères Lamellicornes, généralement chez les mâles. Ce sont des formations, protectrices ou défen-

sives, constituant (Lamellicornes) ou non (Myrmica) des caractères secondaires sexuels.

Formations endosquelettiques

Les formations endosquelettiques sont des invaginations tégumentaires où l'épiderme et sa chitine sont absolument identiques à l'épiderme et à la chitine du tégument exosquelettique.

Elles sont très importantes, au point de vue physiologique, parce qu'elles fournissent aux muscles des surfaces d'insertion étalées, ou des surfaces condensées sur un tendon, et parce qu'elles amènent ces insertions dans des situations, parfois très spéciales, qui sont en rapport avec le fonctionnement des muscles correspondants.

Comme exemples de ces formations endosquelettiques, on peut citer, chez les Fourmis : le tentorium, l'apodème sagittal gnathal, les furca sternales et les phragma tergaux.

Le tentorium est formé par la soudure de deux invaginations sternales latérales (invaginations furcales) appartenant, la première à la région de contact des anneaux deuto et tritocérébral, la seconde à la région de contact des anneaux maxillaire et labial (Fasc.25, 1905[1], fig. J et K).

L'apodème sagittal gnathal est formé par la réunion, en une seule lame, d'apodèmes sagittaux sternaux des anneaux mandibulaire, maxillaire et labial. (Fasc.21, 1899[7], pl.2, fig.1, 2, 3 et 4).

Chez les Hyménoptères, les furca sternales pro-mésothoracique, méso-métathoracique et métathoracique-médiaire (Fasc.16, 1897[8], fig.p.24; Fasc.19, 1898[10], fig.3 et 5 et pl.6) fournissent des surfaces d'insertion pour les muscles moteurs des pattes. De plus, la première de ces furca fournit des insertions pour les muscles moteurs de la tête, la seconde pour les muscles moteurs du prosternum, la troisième pour les muscles producteurs des mouvements d'ensemble de l'abdomen. Chez ces Insectes, l'ensemble des anneaux mésothoracique, métathoracique et médiaire forme une capsule relativement rigide qui, fixée au sol par les deux paires de pattes méso et métathoracique, constitue la base fixe des mouvements relatifs : de la tête, du prosternum et de sa paire de pattes, et, enfin, de l'ensemble de l'abdomen.

Les phragma tergaux, pro-mésothoracique et méso-métathoracique (Fac.19, 1888[10], fig.1, 2, 3 et 5, et pl.6) fournissent de vastes surfaces d'insertion pour les muscles vibrateurs longitudinaux du vol.

Cavités tégumentaires

On rencontre, mais assez rarement, des cavités qui sont formées par une invagination du tégument et qui ne communiquent avec l'extérieur que par un orifice plus ou moins réduit.

Le meilleur exemple que l'on en peut citer est la cavité aérifère de l'anneau médiaire ou premier anneau abdominal des Myrmicinae (Fasc.17, 1898[1], p.10). Cette vaste cavité, qui ne communique avec l'extérieur que par une fente extrêmement étroite, reçoit le produit volatil de la grosse glande de l'anneau médiaire.

Elle joue, pour la volatilisation de ce produit le rôle qui, pour le même objet, est rempli, chez d'autres Insectes, par ces touffes de poils ou trichodes, qui sont annexés aux cribellums des groupes de glandes unicellulaires.

Un autre exemple de cavité tégumentaire est la poche infra-buccale des Fourmis et des Guêpes, poche qui est formée aux dépens des parties médianes des sternites gnathaux.

Appareils stigmatiques

L'ensemble épi-méso-neurodermique qui constitue un appareil stigmatique est un ensemble qui est entraîné dans l'intérieur du corps par l'invagination trachéenne, mais il ne subit pas, comme les parties trachéennes proprement dites, une certaine modification histologique en rapport avec la perméabilité nécessaire aux échanges gazeux.

L'épiderme et le squelette chitineux de l'appareil stigmatique sont exactement de même nature que ceux du tégument voisin. Les muscles de l'appareil sont identiques aux autres muscles de la sorte dite ordinaire et leur ganglion moteur de relai est, comme ceux de ces muscles, relié au centre nerveux moteur du métamère.

Le filet nerveux qui part du centre sympathique du métamère, et innerve végétativement le bouquet trachéen du même métamère, semble innerver, aussi, l'épiderme de l'appareil stigmatique et celui du tégument voisin, mais il n'a rien à voir avec la musculature stigmatique.

Parties ayant une structure histologique un peu différente de celle du tégument

D'autres invaginations tégumentaires, plus spécialisées, ont modifié plus profondément leur structure histologique. Ce sont les trachées et les canaux des glandes.

Trachées

L'ontogénèse du système trachéen débute par une série métamérique d'invaginations stigmatiques de l'épiderme, invaginations qui se forment de chaque côté du corps, sur les pleurae d'un certain nombre d'arceaux tergaux (voir le tableau p. 15). Le fond de chaque invagination produit un diverticule antérieur et un diverticule postérieur et ces diverticules, se soudant bout à bout, donnent un tronc longitudinal latéral continu. D'autres diverticules donnent un bouquet de trachées dont les éléments se ramifient de plus en plus. Dans la plupart des métamères, une branche ventrale de ce bouquet se soude à sa symétrique, et cela établit une communication directe, généralement assez étroite, entre la moitié droite et la moitié gauche du système.

L'apparition phylogénétique de l'invagination et du bouquet stigmatique est due à ce qu'une aire tégumentaire respiratoire, à cuticule chitineuse très mince, de plus en plus enserrée par des parties où la cuticule s'épaississait et perdait sa perméabilité, retrouvait, en s'invaginant, la grandeur de surface nécessaire aux échanges gazeux.

Le point d'invagination stigmatique constitue un point de repère morphologique fixe sur l'anneau tergal.

Il y a souvent dix stigmates consécutifs situés : le premier, sur le mésothorax; le dixième, sur le 8e anneau abdominal ou anneau des gonapophyses antérieures. C'est le cas des Hyménoptères.

Il y a quelquefois un stigmate prothoracique (Muscides).

On trouve parfois, au moins chez les larves, un rudiment de stigmate sur le 9e anneau abdominal. Cela a été signalé : par Heider (1889), mais non confirmé par Graber (1891), chez l'Hydrophilus; par Cholodkowsky (1891), mais non confirmé par Heymons (1895b), chez le Phyllodromia ; et, enfin, signalé par Heymons (1897) chez le Lepisma. En somme, les anneaux susceptibles de porter des stigmates, chez les Insectes, sont les 12 anneaux de la triade thoracique et des trois premières triades abdominales.

Le nombre des invaginations stigmatiques a été, sans doute, primitivement, un peu plus considérable qu'il n'est chez les Insectes actuels. Il est probable qu'il y en a eu une paire sur chacun des anneaux qui, au moment de l'apparition du système trachéen, possédaient encore une aire tégumentaire respiratoire.

Sans différer très profondément du tégument, au point de vue histologique, les trachées s'en distinguent, cependant, par des par-

ticularités adaptatives qui se traduisent dans la structure de leurs cellules pariétales et dans celle de leurs cellules terminales, ainsi que dans leur cuticule chitineuse.

Cette cuticule, tout en étant exactement de même nature que le squelette tégumentaire, reste suffisamment mince pour ne pas opposer un trop grand obstacle aux échanges gazeux et elle se plisse ou s'épaissit localement, de manière à former cette annulation caractéristique, spiralée ou non, qui empêche la trachée de s'affaisser sur elle-même.

Canaux des glandes

Les glandes primitives des Insectes sont des glandes tégumentaires, sporadiques, simples, dites unicellulaires (Fasc.26, 1907[4], fig.241).

En réalité, la glande dite unicellulaire me paraît être un complexe comprenant au moins deux cellules : une cellule épidermique chitinogène et une cellule glandulaire proprement dite.

La cellule épidermique s'invagine dès le début d'un stade cuticulaire de manière à former, à l'inverse d'un poil, un fin canalicule interne, à cuticule chitineuse. L'extrémité distale de ce canalicule est un pore, et son extrémité proximale forme une ou plusieurs ampoules terminales lagéniformes.

La cellule glandulaire n'est pas chitinogène. Elle coiffe simplement la ou les ampoules chitineuses terminales de la cellule épidermique à laquelle elle est associée. Elle exosmose, dans ces ampoules, le liquide qu'elle a élaboré par transformation des substances puisées par endosmose dans le liquide cavitaire.

En se groupant, de telles glandes simples peuvent former des bouquets débouchant sur un cribellum (Fasc.26, 1907[4]. fig.p.34 et 35).

En s'invaginant, l'aire porteuse d'un cribellum peut former un canal excréteur et des réservoirs de nature épidermique.

Les canalicules simples peuvent continuer à déboucher par un pore sur ces canaux ou réservoirs. Mais ils peuvent aussi s'effacer, en sorte que la cellule glandulaire correspondante devient sessile et s'applique directement sur la paroi épidermique des voies conductrices de la sécrétion. Dans ce cas, les cellules glandulaires se soudent généralement, en nappes, à la surface des canaux ramifiés en acini (Fasc.26, 1907[4], fig.183 à 186).

Un certain nombre d'anneaux, en particulier les anneaux gnathaux, possèdent, chacun, un groupe important de cellules glandulaires, dont le produit se déverse à la base, ou au voisinage de la base, du membre de l'anneau. Les glandes sternales constituent, ainsi, des organes satelliques des membres.

TUBE DIGESTIF

Au point de vue morphologique, le tube digestif est constitué, comme il est dit plus haut, par un mésentéron à épithélium endodermique qui sépare un stomentéron et un proctentéron, lesquels sont tri-partis et forment des prolongements épi-méso-neurodermiques des extrémités antérieure et postérieure du corps.

Aux points de vue anatomique et physiologique, et en y comprenant des régions qui dépendent morphologiquement des triades gnathale et cérébrale et aussi de l'acron et du telson, le tube digestif de la Myrmica (fig.3, p.11) est formé des parties énumérées et sommairement décrites ci-après.

La *poche gnathale* est une vaste dépression tégumentaire, infra-buccale, formée aux dépens des sternites gnathaux, et servant au moulage et au rejet des résidus solides des matières nutritives.

Le *pharynx* comporte un squelette chitineux compliqué. Sa voûte (supra-pharynx) est formée par l'acron. Son plancher (infra-pharynx) est formée par l'acron et par la triade cérébrale, avec prépondérance de l'anneau tritocérébral.

Mû principalement par la musculature acronienne et par le grand dilatateur tritocérébral inférieur, le pharynx produit l'aspiration et le refoulement des aliments liquides.

Les *sacs postpharyngiens*, si développés chez les Fourmis, sont de vastes expansions digitiformes ou lobées (Fasc.4, 1894[4], fig.1; Fasc.13, 1897[3], fig.4) qui paraissent extraire du liquide cavitaire des produits utiles à l'élaboration des aliments.

L'*œsophage* est une longue région tubuleuse, plus ou moins dilatable, qui passe sous le cerveau, traverse tout le corselet, et s'étend jusque dans le gaster.

Le *jabot*, vaste réservoir de nourriture liquide, est une région, largement dilatée, dépendant de l'œsophage.

Le *gésier* ne joue pas, chez les Hyménoptéres, le rôle d'un organe de trituration, mais simplement celui d'un organe d'arrêt (histème).

Le *proventricule* est la partie qui précède immédiatement l'estomac. Il est tubulaire chez la Myrmica. Il est accompagné de longs diverticules chez les larves des Muscides.

Le *mésentéron* (ventricule chylifique ou estomac), remplit les fonctions d'organe de la digestion.

Les *tubes de Malpighi*, ou organes de l'excrétion, se trouvent immédiatement à la suite de l'estomac.

L'*intestin*, qui porte ces tubes sur son extrémité contiguë à l'estomac, a une paroi assez épaisse et un diamètre assez faible.

Le *gros intestin* des Hyménoptères porte-aiguillons est une vaste poche où s'accumulent les résidus digestifs à rejeter. Sa paroi, assez mince, porte un certain nombre de groupes de cellules glandulaires, remarquables, appelées glandes rectales.

Le *mamelon anal* forme le pourtour de l'orifice anal. Il contient la musculature qui produit l'occlusion de l'anus et un ganglion anal. Il représente la région morphologique appelée telson.

Aliments

Les observations faites sur les Vertébrés, et en particulier sur les Mammifères, ont conduit à diviser les aliments en deux groupes : les aliments énergétiques et les aliments plastiques.

Cette division peut être appliquée aux aliments des Insectes. En effet, même dans des cas où cela n'apparaît pas très nettement, l'alimentation d'un Insecte comprend, en général, de chacune de ces deux catégories d'aliments, une proportion en rapport, d'une part, avec les dépenses fonctionnelles énergétiques, et, d'autre part, avec les dépenses de construction et de réparation organiques.

Aliments énergétiques

Les aliments énergétiques, que l'on appelle aussi aliments calorifiques, servent à constituer de l'énergie chimique qui est mise en réserve et est tenue disponible jusqu'au moment où, sous l'influence d'une excitation nerveuse, elle se manifeste par une quantité déterminée d'une autre forme de l'énergie.

C'est ce que l'on voit, en particulier, dans les muscles qui, au repos, emmagasinent les produits nutritifs énergétiques sous forme de glycogène et qui, consommant ce glycogène pendant les périodes de travail, produisent de l'énergie musculaire et de l'énergie calorifique.

Les aliments énergétiques ou calorifiques sont, par conséquent, consommés en quantité d'autant plus grande que les organes fournissent un travail plus considérable.

Les aliments énergétiques sont des hydrates de carbone, tels que le sucre, l'amidon, la dextrine, les gommes et les graisses, matières qui, toutes, sont non-azotées.

Normalement, les Fourmis ouvrières, qui n'ont pas à accroître

leurs organes, ni à entretenir une prolifération de leurs gonades rudimentaires, mais qui ont à pourvoir à une dépense musculaire parfois assez considérable, utilisent, pour leur alimentation propre, surtout des aliments énergétiques. Ces aliments sont, par exemple, les liquides sucrés des nectaires et ceux fournis par les Pucerons qui vivent sur les parties aériennes ou sur les parties souterraines des Végétaux.

Au moment du vol nuptial, les reines des Fourmis font une forte consommation de substances énergétiques, substances qui leur ont été fournies par les ouvrières. Après le vol nuptial, ces substances sont renouvelées par l'histolyse des énormes muscles vibrateurs devenus sans emploi, histolyse qui fournit, avec des substances albuminoïdes, une certaine quantité de graisse qui s'emmagasine dans les adipocytes et sera transformée et utilisée ultérieurement.

Production de chaleur. — Les Lépidoptères dépensent, en volant, une grande quantité de substances alimentaires énergétiques, car ils peuvent, pendant cet acte, faire monter la température de leur corps, qui est à peu près celle de l'air ambiant, de dix degrés environ au-dessus de cette température (von Linden, 1907).

La consommation d'aliments énergétiques joue un rôle important chez les Fourmis, les Guêpes et les Abeilles pour l'entretien d'une température relativement élevée dans leur nid.

Lorsque, au printemps ou à l'automne, on introduit la main dans la masse que les Lasius mixtus et leur progéniture forment dans de nombreuses chambres juxtaposées, creusées dans la terre végétale molle, on perçoit une température très sensiblement supérieure à celle de la terre ambiante.

Les Abeilles entretiennent, en permanence, dans leurs ruches une température voisine de 33 degrés.

La reine de Frelon, lorsqu'elle est placée en anneau autour de la tige de suspension de ses alvéoles, dégage de la chaleur. L'enveloppe, en forme de montgolfière, qu'elle construit autour de son nid a pour effet principal de conserver cette chaleur. Lorsque la reine est tuée au moment où il n'y a encore dans le nid que deux ou trois nymphes operculées, ces nymphes n'arrivent pas à l'éclosion, faute de chaleur. Dans les colonies en pleine prospérité, en automne, même dans des pays très froids (Sibérie, Laponie), les ouvrières conservent dans le nid une température d'environ 30 degrés, en épaississant considérablement l'enveloppe en carton de leur nid. Elles réalisent cet épaississement, au fur et à mesure que le besoin s'en fait sentir, en juxtaposant et en superposant de nombreuses tubulures qui forment des poches à air efficacement protectrices contre le refroidissement (Fasc. 9, 1894[a], fig. 6, 10, 28, 30).

Aliments plastiques

Bien qu'il s'agisse, certainement, ici encore, de la manifestation de véritables transformations énergétiques, le mode d'utilisation des aliments plastiques est d'ordre bien plus complexe.

Les aliments plastiques fournissent, au protoplasme déjà formé, l'énergie spéciale qui lui permet de produire de nouvelles masses de protoplasme vivant. Cette production se fait par la transformation de substances inertes, et à structure moléculaire relativement simple, en substances nouvelles qui, grâce à des structures moléculaires extrêmement compliquées et encore mystérieuses pour nous, sont capables de fournir, sous l'influence de certaines ruptures d'équilibre, des énergies variées.

Les aliments plastiques sont des substances albuminoïdes, azotées, accompagnées de petites quantités de soufre, de phosphore et de diverses autres substances minérales. Ce sont, par exemple, les matières protéiques, la caséine, le gluten et la légumine.

Dans une colonie normale, les Fourmis ouvrières distribuent, presque intégralement, aux larves et aux reines, leurs récoltes de substances plastiques. Ainsi que je l'ai montré chez plusieurs espèces, les larves, que l'on supposait autrefois ne recevoir que de la nourriture liquide dégorgée par les ouvrières, savent attaquer, elles-mêmes, les petits fragments de viande ou les cadavres des larves sœurs, ou les cadavres des imagos mâles que les ouvrières mettent à leur portée.

Les larves de Fourmis se nourrissent, dans cette circonstance, comme les larves des Guêpes. Ces dernières reçoivent, en effet, comme nourriture, une pâtée préparée surtout avec les muscles thoraciques des Insectes capturés par les ouvrières.

Déterminisme de la ponte des ouvrières. — Les Fourmis ouvrières qui, normalement, n'utilisent que peu de nourriture animale, en utilisent cependant, comme Marchal l'a montré dans le même cas pour les Guêpes, lorsqu'il n'y a pas de progéniture à élever. Dans ce cas, l'alimentation plastique détermine un actif fonctionnement des ovaires des jeunes ouvrières, et ces dernières, qui normalement sont stériles, se mettent à pondre une quantité d'œufs parfois très considérable.

Les reines de Fourmis qui fondent une nouvelle famille consomment une forte proportion de substances plastiques pour leur ponte. Si, malgré cela, nous constatons que, depuis le vol nuptial jusqu'à l'éclosion des premières ouvrières, elles ne prennent, pour ainsi dire, aucune nourriture, c'est qu'elles trouvent une forte proportion

de substances plastiques, immédiatement utilisables, dans les globules albuminoïdes de leurs adipocytes et dans les produits de l'histolyse de leurs muscles vibrateurs.

ORGANES GÉNITAUX

Le Proinsecte était peut-être hermaphrodite, mais les Insectes actuels présentent des sexes séparés.

Les organes génitaux de l'Insecte femelle comprennent :

1° Une armure génitale externe, formée par les gonapophyses, qui sont des appendices tégumentaires des huitième et neuvième anneaux abdominaux.

2° Une invagination épidermique accompagnée de formations mésodermiques (membrane basale, expansion du diaphragme sternal, fibres musculaires). Cette invagination fournit les parties impaires suivantes : la vulve ou orifice génital, située sur la marge inférieure du septième sternite abdominal, le vagin, la poche copulatrice, l'utérus avec le réceptacle séminal et ses glandes annexes. L'utérus se bifurque en deux oviductes au fond desquels s'ouvrent les orifices des gaînes ovariques. Ces gaînes forment deux faisceaux, et leurs extrémités, réduites à des filaments terminaux, convergent vers un point d'insertion situé près de la face ventrale du cœur, à la rencontre des deux muscles aliformes d'une paire qui, chez la Myrmica, semble appartenir au quatrième anneau abdominal.

3° Les germigènes qui se trouvent à l'extrémité des gaînes ovariques et qui produisent des cellules nourricières et des cellules reproductrices. Les ovules formés par ces cellules se succèdent et progressent, les uns à la suite des autres. Ils sont parvenus à l'état d'œuf au moment où ils arrivent à l'orifice de la gaîne. De cet orifice, ils passent dans les voies génitales. Ils y sont ou n'y sont pas fécondés et, dans les deux cas, sont bientôt expulsés au dehors par une poussée produite par les fibres musculaires de l'utérus et du vagin.

Les gaînes ovariques étaient, primitivement, disposées métamériquement et formaient une rangée unilatérale le long d'un oviducte longitudinal, de chaque côté du corps.

Les glandes génitales mâles étaient probablement aussi, primitivement, métamériques. Elles communiquent avec un conduit déférent qui aboutit, comme son symétrique, dans un canal éjaculateur impair, formé par une invagination tégumentaire médiane du 10e sternite abdominal.

SYSTÈME NERVEUX

La coordination des fonctions végétatives des tissus, les perceptions sensitives, les réactions productrices de tous les actes de l'individu sont réalisés par des groupes de cellules spéciales, variées, que l'on peut réunir sous la dénomination de cellules nerveuses.

L'ensemble des organes formés par les cellules nerveuses d'un métamère constitue un neuroméride ou appareil nerveux du métamère.

L'ensemble des appareils nerveux métamériques constitue le système nerveux.

DIVISION DE L'ENSEMBLE DU SYSTÈME NERVEUX EN CINQ PARTIES

On peut distinguer cinq parties dans l'ensemble du système nerveux, à savoir :

1° La chaîne des centres nerveux principaux;
2° Le système nerveux stomentérique;
3° Le système nerveux proctentérique;
4° Le système nerveux sympathique;
5° Le système nerveux dorsal.

CONSTITUTION DE L'APPAREIL NERVEUX D'UN MÉTAMÈRE

L'ensemble de l'appareil nerveux d'un métamère (neuroméride) comprend :

a) Parties sternales :

1. Les commissures transverses médianes sternales;
2. Les centres sensorio-moteurs et végétatifs du métamère;
3. Un prolongement connectif antérieur et un postérieur;
4. Les nerfs sternaux végétatifs, sensitifs et moteurs;
5. Les ganglions moteurs de relai, de la musculature sternale;
6. Les cellules motrices terminales sternales;

7. Les ganglions sensitifs de relai des organes sensitifs sternaux;
8. Les cellules sensitives terminales de ces organes sternaux.

b) Parties tergales :

9. Les nerfs tergaux végétatifs, sensitifs et moteurs;
10. Les ganglions moteurs de relai de la musculature tergale;
11. Les cellules motrices terminales tergales;
12. Les ganglions sensitifs de relai des organes sensitifs tergaux;
13. Les cellules sensitives terminales de ces organes tergaux;
14. Les commissures transverses tergales qui existaient, chez l'ancêtre annélidien, lorsque le cerveau s'est différencié, mais qui n'existent plus dans les métamères non cérébraux des Insectes;
15. Les connectifs ou nerfs longitudinaux médians dorsaux qui ont donné le nerf médian dorsal des Myriapodes.

Dans cette division en deux catégories, sternale et tergale, je considère comme sternales les parties neurodermiques issues de l'ectoderme sternal, et comme tergales les parties neurodermiques issues de l'ectoderme tergal.

CHAINE DES CENTRES NERVEUX SENSORIO-MOTEURS

SYSTÈME NERVEUX DE LA TRIADE CÉRÉBRALE

Le système nerveux de la triade cérébrale possède, en triple, exactement la même constitution morphologique que le neuroméride. Il comprend, en employant le même numérotage que ci-dessus, et en négligeant quelques parties accessoires :

a) Parties sternales :

1. La commissure sous-œsophagienne;
2. Les trois centres sensorio-moteurs et végétatifs, relativement peu développés, sauf celui de l'antenne;
3. Les connectifs;
4. Les nerfs du labre, de l'antenne et de l'infrapharynx;
5. Les ganglions moteurs de relai :
   de la musculature du labre,
   de la musculature de l'antenne,
   de la musculature de l'infrapharynx;
6. Les cellules motrices terminales de ces musculatures;

7. Les ganglions sensitifs de relai :
des organes sensitifs tactiles du labre,
des organes sensitifs olfactifs et autres de l'antenne,
des organes sensitifs gustatifs de l'infrapharynx;
8. Les cellules sensitives terminales de ces organes.

b) Parties tergales :

9. Les nerfs tergaux sensitifs (il n'y a pas de nerfs moteurs tergaux dans la triade cérébrale);
12. Les ganglions sensitifs de relai des organes visuels tergaux;
13. Les masses formées par les cellules sensitives terminales de ces organes;
14. Les commissures transverses tergales avec prépondérance de la protocérébrale;
15. Les ganglions et les nerfs dorso-aortiques qui correspondent probablement au nerf dorsal des Myriapodes.

Cerveau

Au cours de la phylogénèse, les fonctions psychiques se sont localisées d'une façon, sinon exclusive, du moins prépondérante, dans cet organe de la triade cérébrale que l'on appelle le cerveau.

Des parties constitutives du système nerveux de la triade cérébrale, les suivantes, numérotées comme précédemment, forment le cerveau par leur coalescence.

a) Parties sternales :

2. Les centres sensorio-moteurs et végétatifs des trois métamères;
3. Les connectifs intermédiaires.

b) Parties tergales :

14. Les commissures transverses tergales.

Situation dorsale du cerveau

Relativement à la situation anatomiquement dorsale du cerveau, il faut remarquer : que cet organe comprend des connexions dorsales transverses importantes, résultant du grand développement de commissures transversales dorsales, commissures qui paraissent ne s'être conservées, chez l'Insecte, que dans la triade cérébrale; que les parties des centres nerveux qui correspondent aux organes visuels dorsaux ont acquis un grand développement et se sont rapprochés de ces organes de manière à réduire la longueur des nerfs volumineux qui les desservent; que par suite du grand déve-

loppement du pharynx et des musculatures sternales de la triade cérébrale (musculatures du labre, de l'antenne et de l'infrapharynx) et de la triade gnathale (musculatures de la mandibule, de la maxille et du labium), la région ventrale de la cavité générale céphalique est très encombrée; enfin que, par suite de l'absence de toute musculature tergale, aussi bien dans la triade cérébrale que dans la triade gnathale, la région dorsale de la cavité générale céphalique se trouve être, au contraire, tout à fait libre.

Ce sont là les motifs auxquels il faut attribuer la situation anatomiquement dorsale de l'ensemble nerveux sterno-tergal qui forme le cerveau.

Nerfs antennaires

Le métamère deutocérébral est celui qui montre la plus grande variété de nerfs.

On voit, en effet, chez le Lasius (Fasc.25, 1905[1], pl.4) que l'innervation, très complexe, de l'antenne et de ses parties connexes comporte au moins 5 nerfs, à savoir :

Un gros nerf sensitif olfactif ;
Un gros nerf sensitif d'une autre nature ;
Un petit nerf chordotonal ;
Un petit nerf moteur des muscles des articles du funicule ;
Un petit nerf bifurqué, moteur des muscles du scape.

Fonctions du cerveau de l'Insecte

Le cerveau de l'Insecte a, comme tous les centres de la chaîne, des fonctions végétatives, des fonctions motrices et des fonctions sensitives. Il a, de plus, des fonctions psychiques qui sont, parfois, très développées.

Fonctions motrices

Les muscles innervés par le cerveau sont (Fasc.25, 1905[1], pl.4) :

Dans le métamère protocérébral : la musculature du labre (l. c. *ner. mot. labr.*).

Dans le métamère deutocérébral : la musculature de l'antenne (l. c. *ner. ant. mot. fun.* et *sca.*).

Dans le métamère tritocérébral : la musculature de l'infrapharynx (l.c. *ner. dil. inf. pha.*),

Fonctions sensitives

Les organes sensitifs dépendant du cerveau sont :

1° organes sternaux :

Dans le métamère protocérébral : les organes tactiles du labre;

Dans le métamère deutocérébral : les organes sensitifs nombreux et variés de l'antenne;

Dans le métamère tritocérébral : les petits organes gustatifs de l'infrapharynx.

2° organes tergaux :

Dans le métamère protocérébral : les yeux composés,

Dans le métamère deutocérébral : les ocelles soudés en un ocelle impair,

Dans le métamère tritocérébral : les ocelles pairs.

Fonctions psychiques

Le psychisme de l'Insecte est l'ensemble des phénomènes physiologiques, de mémoire, d'intelligence et d'instinct, qui sont le résultat du fonctionnement des centres nerveux métamériques, surtout des centres cérébraux. Certains actes instinctifs peuvent être exécutés sous l'influence d'un centre postcérébral sans intervention du cerveau.

Mémoire. — La mémoire est une fonction bien développée chez les Insectes supérieurs. On peut citer les Fourmis, les Guêpes et les Abeilles comme étant des plus remarquables sous ce rapport.

Au point de vue physiologique, la mémoire est la propriété que possèdent certaines cellules nerveuses d'être aptes à recevoir des impressions connexes de celles reçues par les cellules nerveuses sensitives, et d'en conserver, dans leur protoplasme, une trace matérielle ayant une certaine persistance.

Les cellules de la mémoire se montrent aptes à être impressionnées surtout par le retentissement, sur l'individu, de circonstances qui, pour l'espèce considérée, sont variables ou même plus ou moins exceptionnelles. Ces cellules sont capables de conserver, de certaines de ces impressions des traces qui règleront les actes intellectuels.

Le degré de perfection de la mémoire est le degré de précision, de complexité et de durabilité des traces matérielles imprimées dans le protoplasme des cellules qui sont le siège de cette fonction.

Intelligence. — Au moment où, provoquées par la répétition de faits similaires de ceux qui y ont laissé des traces, les cellules de la mémoire agissent sur les réflexes psychiques de l'Insecte, la mémoire met en action une force déterminante que l'on peut appeler la volonté, étant bien entendu qu'ici, comme chez les autres animaux, même les plus élevés, cette force n'est pas une

puissance créatrice d'un commencement absolu d'enchaînements ultérieurs, mais un simple facteur intermédiaire, automatique, de résultats inéluctables.

L'intelligence, chez l'Insecte, est la fonction psychique qui est déterminée par l'action combinée d'excitations plus complexes que les excitations normales de l'instinct, de la mémoire de l'individu et de l'instinct acquis par l'espèce. Parmi les excitations en question figurent, chez les Insectes sociaux, où l'intelligence est souvent plus développée que chez les Insectes solitaires, l'entraînement provoqué par l'exemple et surtout par des appels qui, réalisés par des attitudes, des attouchements, des bruits ou des émissions de liquides odorants, constituent un véritable langage.

Les actes intellectuels de l'Insecte peuvent être des actes nouveaux pour l'espèce ou être simplement des modifications, plus ou moins considérables, d'actes instinctifs normaux.

Le degré de perfection de la fonction intelligence est le degré de précision, de complexité et d'efficacité de l'action de la mémoire sur les réflexes producteurs des actes de l'Insecte.

Les actes influencés par la fonction intelligence peuvent être nuisibles ou avantageux pour les individus qui les exécutent.

Dans le premier cas, ces actes pourront, ce qui ne sera pas forcément néfaste pour l'espèce, faire disparaître un certain nombre d'individus.

Dans le second, par suite d'une véritable sélection, la répétition de ces actes pourra laisser des traces persistantes qui modifieront l'instinct d'une façon avantageuse.

En général, parmi les actes intellectuels que les Insectes sont amenés à exécuter sous l'influence de circonstances quelque peu exceptionnelles, ceux qui sont réellement utiles sont les actes instinctifs, modérément influencés et modifiés par la mémoire, c'est-à-dire par l'expérience acquise dans des circonstances plus ou moins similaires de celles où l'intelligence a l'occasion de se manifester.

Instinct. — Le plus important des groupes de cellules en rapport avec les fonctions psychiques est celui qui est le support de la fonction appelée instinct.

L'instinct réalise des actes constants, provoqués par des circonstances qui sont devenues, pour l'espèce, des conditions normales de son existence. Etant sensiblement invariable dans chaque espèce, l'instinct constitue un caractère spécifique.

L'éthologie d'un Insecte est l'ensemble de ses actes instinctifs.

L'instinct est une faculté psychique qui a évolué, au cours de la phylogénèse, en même temps que l'organisation de l'espèce.

Il se transmet, sous forme de mémoire héréditaire, c'est-à-dire, comme la mémoire individuelle, par des traces matérielles ; mais, avant de s'inscrire dans le protoplasme de cellules nerveuses, ces traces se trouvent imprimées dans le protoplasme des cellules reproductrices. La transmission de l'instinct se répète indéfiniment, sans changement, tant qu'elle n'est pas modifiée par une transmission concomitante, aux cellules reproductrices, de traces matérielles résultant des impressions de la mémoire proprement dite.

Ces transmissions d'impressions de la mémoire, quelque faibles qu'elles soient, constituent le processus fondamental de la phylogénèse de l'instinct, et, étant modificatrices de l'instinct, et, par conséquent de l'éthologie, elles constituent un facteur de la transformation des espèces.

L'instinct qui fait accomplir un acte déterminé est évidemment une faculté transmise par hérédité. Il n'y a aucune difficulté à concevoir cela lorsque les instincts d'un individu sont identiques à ceux de l'un de ses générateurs.

La chose est moins claire dans le cas où ces instincts sont différents.

C'est le cas, par exemple, de la jeune Abeille ouvrière dont l'un des premiers actes instinctifs est de construire, en grand nombre, des alvéoles de dimensions déterminées, pour le logement de la progéniture ouvrière, puis, à partir d'un certain moment, en nombre restreint, des alvéoles plus grands pour le logement de la progéniture mâle.

Comment le mâle et la reine qui, ni l'un ni l'autre, ne construisent d'alvéoles peuvent-ils transmettre de tels instincts à l'œuf fécondé qu'ils produisent ?

En fait, cet instinct, qu'elle transmet réellement, bien qu'elle ne le manifeste pas, la reine le possède cependant certainement.

En effet, à l'état d'œuf ou de très jeune larve, elle était en passe, si des circonstances exceptionnelles n'étaient survenues spécialement pour elle, d'évoluer vers la forme ouvrière et, par conséquent, elle avait à ce moment, en puissance, tous les instincts de cette forme.

Mais comment se fait-il que ces instincts d'ouvrières, que la reine possède en puissance et qu'elle transmet, ne finissent pas par se perdre, par suite de la persistance de leur maintien à l'état latent et de leur non fonctionnement chez les reines, puisque ces dernières descendent, toutes, d'une immense série ininterrompue de reines? Cela s'explique peut-être par cette remarque que cer-

tains instincts peuvent être transmis, indirectement, d'ouvrière à ouvrière, chez les Guêpes et chez les Abeilles, par l'intermédiaire de ceux d'entre les mâles qui sont issus des œufs pondus par les ouvrières. Ces mâles, fils d'ouvrières, rempliraient, ainsi, un rôle spécial, important et même nécessaire, pour l'éthologie de l'espèce.

Tandis que l'instinct de construire des alvéoles reste, chez la reine de l'Abeille, tout à fait latent, et ne se manifeste jamais, il y a des instincts qui peuvent, ou bien rester latents, ou bien se manifester chez un individu, suivant les circonstances dans lesquelles il se trouve. C'est, chez les Fourmis, le cas de la fondation du nid, de son entretien et de l'élevage de la progéniture par la reine fondatrice d'une colonie nouvelle.

Si, après avoir été fécondée, la reine demeure dans son nid natal, ces instincts qu'elle transmettra à sa progéniture n'ont cependant pas l'occasion de se manifester.

Si, au contraire, comme c'est le cas normal, le vol nuptial la conduit loin du lieu de sa naissance, la reine se trouve abandonnée à elle-même. On constate alors qu'elle sait chercher un emplacement favorable pour créer une nouvelle colonie, entretenir soigneusement sa demeure et élever sa progéniture, tout cela, jusqu'au moment de l'éclosion des premières ouvrières.

Bien que désormais définitivement libérée des tâches qui lui incombaient jusqu'alors, cette reine n'en a pas, pour cela, perdu l'instinct de les accomplir encore, la nécessité échéant. J'ai en effet démontré (Fasc.3, 1893[2]) qu'une reine qui a déjà fondé une colonie et qui est entourée de très nombreuses ouvrières, peut se montrer capable, si on l'isole l'année suivante, de fonder, une deuxième fois, une colonie nouvelle.

Il y a donc, ici, des instincts qui tantôt restent latents et tantôt se manifestent chez la reine, mais que cette dernière transmet, à sa progéniture ouvrière, aussi bien dans le cas où elle a eu que dans celui où elle n'a pas eu l'occasion de les exercer.

Le fonctionnement des cellules nerveuses qui sont en rapport avec l'instinct et l'intelligence retentit sur le fonctionnement de divers organes. On en a un exemple dans le cas où, par suite de circonstances normales ou fortuites, naturelles ou expérimentales, les ouvrières d'une colonie d'Abeilles sont amenées à interrompre momentanément ou, au contraire, à activer considérablement la construction des alvéoles. L'intensité du fonctionnement des glandes cirières diminue ou s'accroît, en effet, proportionnellement.

SYSTÈME NERVEUX DE LA TRIADE GNATHALE

Le ganglion sous-œsophagien ou masse nerveuse gnathale est formée par la réunion des trois centres nerveux de la triade gnathale, c'est-à-dire par l'ensemble des centres mandibulaire, maxillaire et labial.

Le gros nerf mandibulaire envoie de fortes ramifications à la puissante musculature motrice de la mandibule. Quant à la grosse branche qui pénètre dans l'intérieur de ce membre, elle est uniquement sensitive. La mandibule est, en effet, dépourvue de toute articulation autre que celle de sa base et, par conséquent, dépourvue aussi de toute musculature interne.

Le nerf maxillaire et le nerf labial envoient, de même, de nombreuses ramifications à la musculature motrice contenue dans la capsule céphalique, mais la maxille et le labium étant articulés et pourvus de muscles internes, les nerfs qui pénètrent dans ces membres sont à la fois sensitifs et moteurs.

CHAINE NERVEUSE THORACO-ABDOMINALE

L'ensemble des centres du thorax et de l'abdomen forme une longue chaîne ventrale dans laquelle les trois derniers centres ne sont plus reconnaissables.

Les centres de cette chaîne, tout en conservant exactement leur domaine morphologique d'innervation, c'est-à-dire en restant reliés, par leurs nerfs, à toutes les parties et, exclusivement aux parties qu'ils ont à innerver, sont sujets à des déplacements anatomiques, parfois très considérables, vers l'avant du corps, et à des combinaisons de groupement qui varient, non seulement avec la position systématique des espèces, mais aussi avec les stades ontogénétiques d'une espèce donnée.

Chez la larve de la Myrmica, nous voyons une longue chaîne dans laquelle les 3 centres thoraciques et les 9 centres abdominaux sont tous, sauf les derniers, bien distincts.

Chez l'imago (Fasc.22, 1902[2], fig.2), les centres de la chaîne ont acquis, suivant l'importance de leurs fonctions, des grosseurs variables. Les connectifs y sont, les uns, très longs, les autres, courts ou, pour ainsi dire, nuls. Dans ce dernier cas, il y a groupement de plusieurs centres; mais ces groupements sont purement anatomiques et sans aucun rapport avec le groupement morphologique des métamères par triades, non plus qu'avec la division du corps

en thorax et abdomen. Il en résulte qu'un centre nerveux peut se trouver au niveau anatomique d'un anneau auquel il n'appartient pas et avec lequel il n'a, physiologiquement, absolument rien à faire, et que ses nerfs doivent être très longs pour aller rejoindre leur domaine morphologique d'innervation.

C'est le cas du dernier des centres logés dans le corselet de la Myrmica (Fasc.19, 1898[10], pl.6, *g.se.5*), centre qui innerve l'anneau pétiolaire et le cas, aussi, du centre qui est logé dans l'anneau pétiolaire, centre dont le domaine d'innervation est, en réalité, l'anneau post-pétiolaire.

Dans chacun des métamères il y a un centre pour le demi-méta mère droit et un centre pour le demi-métamère gauche.

Le nerf principal de chaque demi-métamère se divise en deux branches, l'une pour la portion sternale, l'autre pour la portion tergale du demi-métamère.

Le nerf d'un membre dépend du nerf sternal. Il comprend des fibres motrices et des fibres sensitives.

Le nerf moteur des muscles adducteur et abducteur du levier de fermeture d'un stigmate dépend du nerf tergal de l'anneau.

SYSTÈMES NERVEUX STOMENTÉRIQUE ET PROCTENTÉRIQUE

Malgré l'hétéronomie apparente qui existe entre le système stomentérique et le système proctentérique, d'une part, et le système des métamères proprement dits, d'autre part, hétéronomie qui consiste surtout en une grande réduction des dimensions des centres du tube digestif, on doit considérer l'ensemble de ces trois systèmes comme constituant, morphologiquement, un seul et même ensemble continu.

Le système nerveux stomentérique a été découvert par Swammerdam, chez l'Oryctes nasicornis, et a reçu de lui la dénomination de Nervus recurrens, dénomination qui lui est restée. Il en a donné une figure (1738, pl.28, fig.2) dans laquelle il représente le ganglion frontal (primus nodus) et le ganglion œsophagien (secundus nodus nervi recurrentis).

Le système nerveux stomentérique est, morphologiquement, le prolongement antérieur de la grande chaîne des centres nerveux (p.9, fig.2).

Il comprend :

La paire de connectifs qui va du protocérébron au ganglion frontal ;

Le ganglion frontal, en apparence impair, mais, cependant, souvent nettement bilobé;

Le connectif qui part du ganglion frontal, suit dorsalement l'œsophage, traverse, avec lui, l'anneau nerveux œsophagien et aboutit au ganglion œsophagien.

Du centre œsophagien part, vers l'arrière, le connectif double qui unit le centre œsophagien avec la paire des centres de la région proventriculaire.

Le système nerveux proctentérique est difficile à étudier. Il est morphologiquement le prolongement postérieur de la grande chaîne des centres nerveux.

De l'extrémité de cette chaîne part une paire de connectifs terminaux qui sont encadrés entre les paires de nerfs des anneaux des gonapophyses. Chacun de ces connectifs se bifurque. Il envoie un nerf au ganglion anal (Fasc.22, 1902[2], pl.8 fig.C, *g.n.*) et se réfléchit pour former ce que l'on pourrait appeler le nervus recurrens proctenteri.

Ce nerf récurrent parait porter un très petit renflement ganglionnaire sur le gros intestin et un autre sur l'intestin grêle.

Fonctions des systèmes nerveux stomentérique et proctentérique

Les systèmes nerveux stomentérique et proctentérique n'étant que les prolongements antérieur et postérieur de la chaîne nerveuse principale, et ayant à pourvoir à la fois, à l'innervation de la musculature du tube digestif et aux fonctions végétatives de son épithélium, il est probable qu'ils comprennent des cellules nerveuses motrices et des cellules nerveuses sympathiques.

Le rôle principal du ganglion frontal est l'innervation de la musculature motrice du supra-pharynx, musculature qui concourt, dans une large mesure, aux mouvements de dilatation aspiratrice et à ceux de contraction refoulante de l'armature chitineuse du pharynx.

De plus, il innerve aussi, végétativement, tout l'épiderme du métamère, y compris celui du pharynx. Il contient aussi quelques cellules sensitives.

Du centre œsophagien impair partent, vers l'avant et vers l'arrière, les nerfs végétatifs de l'épithélium et les nerfs moteurs de la musculature de toute la région œsophagienne.

C'est surtout le long du connectif qui réunit le ganglion œsophagien au ganglion proventriculaire que l'on peut voir les nerfs œsophagiens, nerfs qui se séparent de ce connectif après l'avoir suivi pendant un certain trajet (Fasc.26, 1907[1], p.30, fig.8 à 10).

SYSTÈME NERVEUX SYMPATHIQUE

Le système nerveux sympathique est cette chaîne de très petits ganglions impairs, mais à connectifs quelquefois pairs, qui accompagne la grande chaine nerveuse principale.

C'est surtout chez les larves, telles que les Chenilles, que le système sympathique est bien reconnaissable, mais il y fusionne souvent, dans sa région postérieure, avec les centres sensorio-moteurs. Chez les imagos il est souvent soudé dans toute sa longueur à la chaîne principale et, pour ce motif, à peu près invisible.

Lyonnet (1760) l'a décrit et figuré, sous le nom de brides épinières, chez la chenille du Cossus ligniperda; Newport (1832) l'a étudié sous le nom de petit système nerveux surajouté, chez le Sphynx ligustri; Emile Blanchard (*Le Règne animal, les Insectes*, 1849, pl.130, fig.3) l'a représenté chez l'imago du Bombyx mori.

Chez les Fourmis on ne voit les ganglions sympathiques qu'à partir du centre labial inclusivement, mais il est certain, bien que je ne sois pas parvenu à les mettre en évidence, qu'il y a aussi des centres sympathiques satellites du centre maxillaire et du centre mandibulaire, et, même, des centres cérébraux.

Le système sympathique entretient et coordonne les fonctions végétatives de l'épiderme et de ses dépendances principales, les trachées et les glandes. Sur chaque anneau, la glande sternale annexe du membre, et le bouquet trachéen, qui est tergal, sont innervés par le centre sympathique de leur métamère.

Blanchard (1858, p.9) admet avec Newport (1836) que le sympathique envoie des filets aux muscles des appareils de fermeture des stigmates, mais, d'après mes observations, ces muscles sont innervés, non pas par le sympathique, mais par un nerf en rapport avec la chaîne sensorio-motrice principale.

SYSTÈME NERVEUX DORSAL

Je crois devoir admettre l'existence d'un système nerveux dorsal ayant pour centre la paire de ganglions infracérébraux qui est accolée à l'aorte (Fasc.25, 1905[1], pl.3, G, *gan.post.cer.*). Ces gan-

glions, assez volumineux, se prolongent, chacun, par un nerf que je ne suis jamais parvenu à suivre bien loin. Je suppose que ces deux nerfs vont peut-être innerver le vaisseau dorsal et qu'ils sont homologues du nerf médian tergal impair des Myriapodes.

RÉPONSE A UNE IMPUTATION D'ERREUR FORMULÉE PAR BERLESE

La figure 1 du présent fascicule montre le *labre* représenté en coupe sagittale.

Au sujet de cette partie, Berlese écrit, en légende de la figure 24 de son traité « Gli Insetti » (1906) :

« Testa di adulto (operaia) di Formicide (*Mirmica scabrinodis*) veduta di fianco, nella quale sono segnati i confini dei diversi somiti cephalici (secondo Janet). Si avverte pero che quello indicato quì (sec. Janet) per *clipeo* è invece la *prefronte;* la fronte deviene postfronte ed il labbro superiore è invece il *clipeo*. «

Il résulterait de cette légende que ce que j'appelle le labre chez les Fourmis serait non pas le labre mais le clypéus ; et que ce que j'appelle le clypéus ne serait pas le clypéus.

Berlese est, évidemment, dans l'erreur.

Malgré toutes les discussions auxquelles peut donner lieu sa signification morphologique, le labre est une partie bien définie, et ce que je désigne, chez les Fourmis, par cette dénomination, est, bien réellement, l'homologue du labre de tous les autres Insectes.

En effet, si l'on se reporte à mes travaux précédents, et en particulier aux fascicules 20, 21 et 25, on constatera que la partie que j'appelle labre, chez la Fourmi, est bien caractérisée :

1° Par sa constitution anatomiquement impaire ;

2° Par sa situation anatomiquement dorsale par rapport au mamelon buccal ;

3° Par l'absence de toute autre pièce sclérifiée, entre elle et le mamelon buccal, d'où il résulterait que si ce que j'appelle labre n'était pas le labre, il n'y aurait pas de labre chez les Fourmis ;

4° Par la mobilité de charnière que lui assure la membrane articulaire qui la relie au clypéus, partie qui, elle, est essentiellement une partie fixe, parce qu'elle fournit les insertions fixes des adducteurs antérieurs du suprapharynx ;

5° Par sa musculature motrice typique, musculature qui va trouver ses insertions fixes, sur une région bien déterminée ;

6° Par son nerf (nerf du labre), nerf mixte qui fournit, en avant, vers le labre lui-même, une branche sensitive et, en arrière, vers l'insertion fixe des muscles moteurs du labre, une branche motrice de ces muscles.

L'examen de ces caractères ne permet aucune erreur.

De même, ce que j'appelle clypéus, et que je définis, morphologiquement, comme étant la région d'insertion fixe des muscles moteurs antérieurs du supra-pharynx, est, bien réellement et contrairement à l'affirmation de Berlese, ce que les hyménoptérologistes dénomment Clypéus, Epistome, Chaperon, Kopfschild.

Ceci posé, et étant bien entendu que ce que j'appelle le clypéus est bien réellement le clypéus, je ne puis empêcher que l'on propose de remplacer le nom de clypéus par celui de préfrons ; mais je ne vois, à cela, d'autre résultat que celui de créer un nom synonymique nouveau pour une partie qui en a déjà plusieurs.

INDEX BIBLIOGRAPHIQUES

Liste des fascicules précédemment parus

Fasc. **1.** (1893[1]). *Sur la production des Sons chez les Fourmis et sur les Organes qui les produisent;* Ann. Soc. Ent. de Fr., T. 62, p. 159, 1893 ; 10 p.

Fasc. **2.** (1893[2]). *Appareil pour l'Elevage et l'Observation des Fourmis;* Ann. Soc. Ent. de Fr., T. 62, p. 467, 1893 ; 16 p., 3 fig.

Fasc. **3.** (1893[3]). *Nids artificiels en plâtre, Fondation d'une colonie par une femelle isolée;* Bull. Soc. Zool. de Fr., T. 18, p. 168, 1893 ; 4 p.

Fasc. **4.** (1894[1]). *Pelodera des glandes pharyngiennes de la Formica rufa;* Mém. Soc. Zool. de Fr., T. 7, p. 45, 1894 ; 18 p., 11 fig.

Fasc. **5.** (1894[2]). *Sur la Morphologie du squelette des segments post-thoraciques chez les Myrmicides (Myrmica rubra femelle);* Mém. Soc. Acad. de l'Oise, T. 15, p. 591, 1894 ; 21 p., 5 fig.

Fasc. **6.** (1894[3]). *Sur l'Appareil de stridulation de Myrmica rubra;* Ann. Soc. Ent. de Fr., T. 63, p. 109, 1894 ; 9 p., 2 fig.

Fasc. **7.** (1894[5]). *Sur l'Anatomie du pétiole de Myrmica rubra;* Mém. Soc. Zool. de Fr., T. 7, p 185, 1894 ; 18 p., 6 fig.

Fasc. **8.** (1894[7]). *Sur l'Organe de nettoyage tibio-tarsien de Myrmica rubra;* Ann. Soc. Ent. de Fr., T. 63, p. 691, 1895 ; 14 p., 7 fig.

Fasc. **9.** (1894[8]). *Sur Vespa crabro; Histoire d'un nid depuis son origine;* Mém. Soc. Zool. de Fr., T. 8, p. 1, 1895 ; 140 p., 41 fig.

Fasc. **10.** (1895[1]). *Sur Vespa media, V. silvestris et V. saxonica;* Mém. Soc. Acad de l'Oise, T. 16, p. 28, 1895 ; 31 p., 9 fig.

Fasc. **11.** (1895[3]). *Sur Vespa germanica et V. vulgaris;* 1895 ; 26 p., 5 fig.

Fasc. **12.** (1895[6]). *Structure des Membranes articulaires, des Tendons et des Muscles (Myrmica, Camponotus, Vespa, Apis);* 1895 ; 26 p., 11 fig.

Fasc. **13.** (1897[3]). *Sur le Lasius mixtus, l'Antennophorus uhlmanni, etc.;* 1897 ; 62 p., 16 fig.

Fasc. **14.** (1897[4]). *Rapports des Animaux myrmécophiles avec les Fourmis;* 1897 ; 99 p.

Fasc. **15.** (1897[7]). *Appareils pour l'Observation des Fourmis et des Animaux myrmécophiles;* Mém. Soc. Zool. de Fr., T. 10, p. 302, 1897 ; 22 p., 3 fig., 1 pl.

Fasc. **16.** (1897[8]). *Limites morphologiques des Anneaux post-céphaliques et Musculature des Anneaux post-thoraciques chez la Myrmica rubra;* 1897 ; 36 p., 10 fig.

Fasc. **17.** (1898[1]). *Système glandulaire tégumentaire de la Myrmica rubra; Observations diverses sur les Fourmis;* 1898 ; 30 p., 9 fig.

Fasc. **18.** (1898[4]). *Aiguillon de la Myrmica rubra. Appareil de fermeture de la glande à venin;* 1898 ; 27 p., 5 fig., 3 pl.

Fasc. **19.** (1898[10]). *Anatomie du corselet de la Myrmica rubra reine;* Mém. Soc. Zool. de Fr., T. 11, p. 393, 1898; 58 p., 25 fig., 1 pl.

Fasc. **20.** (1899[6]). *Sur les Nerfs céphaliques, les Corpora allata et le Tentorium de la Fourmi (Myrmica rubra L.);* Mém. Soc. de Fr., T. 12, p. 295, 1899; 40 p., 3 fig., 4 pl.

Fasc. **21.** (1899[7]). *Essai sur la Constitution morphologique de la tête de l'Insecte;* 1899; 74 p., 2 fig., 7 pl.

Fasc. **22.** (1902[2]). *Anatomie du Gaster de la Myrmica rubra;* 1902; 68 p., 19 fig., 8 pl.

Fasc. **23.** (1903[1]). *Observations sur les Guêpes;* 1903; 85 p., 30 fig.

Fasc. **24.** (1904[2]). *Observations sur les Fourmis;* 1904; 68 p., 11 fig., 7 pl.

Fasc. **25.** (1905[1]) *Anatomie de la Tête du Lasius niger;* 1905; 32 p., 2 fig., 4 pl.

Fasc. **26.** (1907[4]). *Anatomie du Corselet et Histolyse des muscles vibrateurs de la Fourmi;* 1907; 149 p., 41 fig., 13 pl.

Liste des auteurs cités

1738. Swammerdam, J., *Biblia naturae.*

1760. Lyonet, *Traité anatomique de la Chenille qui ronge le bois de saule.*

1832. Newport, G., *On the Nervous System of the Sphinx ligustri.* Philosoph. Transact. London.

1836. Newport, G., *On the predaceous habits of the Common Wasp, Vespa vulgaris.* Trans. ent. Soc. of. London, T. 1, p. 228.

1849. Le Règne animal, Les Insectes, par Cuvier, Latreille, Audoin, Blanchard et Milne-Edwards. *Hist. nat. des Insectes. Anatomie, Classification et Description.*

1858. Blanchard, Emile, *Du grand sympathique chez les Animaux articulés.* Ann. des Sc. Nat., Série 4, Partie zoologique, T. 10, p. 5, 6 p.

1886a. Grassi, B., *I Progenitori degli Insetti e dei Miriapodi. Memoria 1. Morfologia delle Scolopendrelle.*

1888. Grassi, B , *I Progenitori degli Insetti e dei Miriapodi. Memoria 7.*, Atti Acc. Lincei, 1888, p. 7, 59 p., 5 pl.

1889. Haase, E., *Die Abdominalanhange der Insekten mit Berücksichtigung der Myriopoden.* Morphol. Jahrb. T. 15, p. 331, 104 p., 2 pl.

1889a. Haase, E., *Die Zusammensetzung des Korpers der Schaben (Blattidae).* Sitzungsb. Ges. Nat. Fr. Berlin, 1889, p. 128, 8 p.

1889. Heider, Karl, *Die Embryonalentwicklung von Hydrophilus piceus L.*, 1889, Iena.

1889. Oudemans, J.-Th., *Ueber die Abdominalanhange einer Lepismida (Thermophila furnorum Rovelli).* Zool. Anz., 1889, p. 353, 2 p.

1890. Graber, Veit, *Vergleichende Studien am Keimstreif der Insecten.* 1890, Wien.

1890. Korschelt et Heider. *Lehrbuch der vergleichenden Entwicklungsgeschichte der wirbellosen Thiere.*

1891. Cholodkowsky, N., *Die Embryonalentwicklung von Phyllodromia (Blatta) germanica.* Mém. Acad. Pétersbourg. T. 38, 1891.

1891. Graber, Veit, *Beitrage zur vergleichenden Embryologie der Insecten.* 1891, Wien.

1893. Wheeler, W.-M., *A contribution to Insect Embryology.* Journ. Morphol., Vol. 8., 1893, p. 1.

1893. Verhoeff, C., *Vergleich. Untersuchungen über die Abdominalsegmente und die Kopulationsorgane der mannlichen Coleoptera.* Deutsche entomol. Zeitschr., 1893, p. 113.

1893a. Verhoeff, C., *Vergleichende Untersuchungen über die Abdominalsegmente, insbesondere die Legeapparate der weiblichen Coleoptera.* Deutsche entomol. Zeitschr, 1893, p. 209.

1894. Verhoeff, C., *Zur Kenntnis der vergleichenden Morphologie des Abdomens der weiblichen Coleoptera.* Deutsch. entomol. Zeitschr., 1894, p. 177.

1895. Heymons, Richard, *Die Segmentirung des Insectenkorpers.* 1895, Berlin.

1895[b]. Heymons, Richard, *Die Embryonalentwickelung von Dermapteren und Orthopteren unter besonderer Berücksichtigung der Keimblatterbildung monographisch bearbeitet.* 1895, Iena, 136 p., 33 fig., 12 pl.

1895. Peytoureau, A., *Contribution à l'Etude de la Morphologie de l'armure génitale des Insectes.* 1895, Paris.

1895. Verhoeff, C., *Cerci und Styli der Trachealen.* Entom. Nachricht. (F. Karsch), 1895, p. 166.

1896. Heymons, Richard, *Ueber Flügelbildung bei der Larve von Tenebrio molitor.* Sitzungsb. Ges. naturf. Freunde, Berlin, 1896.

1896[a]. Heymons, Richard, *Grundzüge der Entwiekelung und des Korperbaues von Odonaten und Ephemeriden.* Abhandl. akad. Wiss., Berlin, 1896.

1896[b]. Heymons, Richard, *Zur Morphologie der Abdominalanhange bei den Insecten.* Morphol. Jahrb., T. 24, 1896.

1896[c]. Heymons, Richard, *Ueber die Abdominalen Korperanhange der Insekten.* Biol Centralbl., T. 16, 1896.

1896[d]. Heymons, Richard, *Ueber die Fortpflanzung und Entwieklungsgeschichte der Ephemera vulgata.* Sitzber. Ges. Nat. Fr., Berlin, p. 82, 1896.

1897. Bruel, L., *Anatomie und Entwickelungsgeschichte der Geschlechtsausführwege sammt anne.xen von Calliphora erythrocephala.* Zool. Jahrb., anat., T. 10, 1897.

1897. Carrière, J et Burger, O., *Die Entwicklungsgeschichte der Mauerbiene (Chalicodoma muraria, Fabr.) im Ei.* 168 p., 13 pl.

1897. Heymons, Richard, *Entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen an Lepisma saccharina L.* Zeitschrift. f wissensch. Zoologie, T. 62, p. 583, 1897, Leipzig, 49 p., 2 pl.

1898. Uzel, H, *Studien ueber die Entwickelung der Apterygoten Inseeten.* 58 p., 6 pl., 1898.

1899. Heymons, Richard, *Uber blaschenformige Organe bei den Gespenstheusehrecken, Ein Beitrag zur Kenntniss des Eingeweidenervensystems bei den Insecten.* Sitzungsb. der K. Preuss. Akad. der Wiss, Berlin, T. 30. p. 563, 1899.

1899[a]. Heymons, Richard, *Der Morphologische Bau des Insektenabdomens.* Zool. Centralbl., An. 6, p. 537, 1899.

1899[b]. Heymons, Richard, *Beitrage zur Morphologie und Entwieklungsgeschichte der Rhyncholen.* Acta. Acad. Leop. Carol. T. 74, p. 351, 105 p., 3 pl.

1901. Heymons, Richard, *Die Etwicklungsgeschichte der Scolopender.* Zoologica, Heft. 33.

1903. Handlirsch, Anton., *Zur Phylogenie der Hexapoden,* vorlaufige Mittheilung. Sitzungsb. der K. Akad. der Wiss. Wien, Mathem. naturw. Kl., T. 112, Abt. 1, 1903.

1907. Von Linden. Biologisches Centralblatt, n° 15, 1907.

TABLE DES MATIÈRES

Pages

Limoges. Imp. Ducourtieux et Gout, rue des Arènes, 7.